BUSSMANN SERIES

Änderung des NEC® 2017 in Bezug auf das Short-Circuit Current Rating (SCCR)

EATON
Powering Business Worldwide

Inhaltsverzeichnis

	Thema	Seite
Überblick	**Über diese Veröffentlichung**	**3**
Einleitung	**NEC und Kurzschlussfestigkeit**	**4-7**
Code sections		**8-19**
• **Chapter 1**		
• **Article 110**	**Requirements for Electrical Installations**	**8**
• 110.24(A)	Service equipment: document maximum available fault current calculation	8
• **Chapter 4**	**Equipment for General Use**	**9-13**
• 409.22	Industrial control panel: document available short-circuit current calculation	9
• 430.99	Motor control center: document available short-circuit current calculation	10
• 430.130(A)	Adjustable speed drives: when high speed fuses and motor circuit protectors used	11-12
• 440.4(B)	Air-conditioning and refrigeration equipment: marking SCCR for 60 amps or less equipment	13
• 440.10	Air-conditioning and refrigeration equipment: document available short-circuit current calculation and do not install if SCCR is less than available short-circuit current	13
• **Chapter 6**	**Special Equipment**	**14-15**
• 620.16	Elevator control panels: mark with SCCR and do not install if SCCR is less than available short-circuit current	14
• 620.51(D)(2)	Elevator control panels: field mark available short-circuit current	14
• 670.5	Industrial Control Panels: field mark available short-circuit current	15
• **Chapter 7**	**Special Conditions**	**16-20**
• 700.5(E)	Emergency systems: field mark SCCR on transfer equipment exterior	16-18
• 701.5(D)	Legally required standby systems: field mark SCCR on transfer equipment exterior	19
• 702.5	Optional standby systems: field mark SCCR on transfer equipment exterior	19
• 708.24(E)	Critical operations power systems: field mark SCCR on transfer equipment exterior	20
Annex sections		**21-27**
• Annex 1	Practical approaches to determining available short-circuit current	21
• Annex 2	Best practices for SCCR requirements during various project stages	22
• Annex 3	Product solutions to adjustable speed drive short-circuit protection	23
• Annex 4	Bussmann series resources to help achieve SCCR compliance	24-25
• Annex 5	Bussmann series products to help achieve SCCR compliance	26-27

Hinweis
Diese Veröffentlichung wurde nicht in Übereinstimmung mit Projekten des Leitungsgremiums der NFPA®-Bestimmungen erstellt. Somit gilt sie weder als offizielle Veröffentlichung der NFPA oder eines ihrer Gremien, noch darf sie formale Auslegung der Bedeutung oder Absicht eines Abschnitts des NFPA 70 National Electrical Code (NEC®) in der Ausgabe von 2017 herangezogen werden.
Der Leser wird ausdrücklich darauf hingewiesen, alle Sicherheitsmaßnahmen zu berücksichtigen und zu treffen, die für die hier beschriebenen Tätigkeiten angegeben sind und alle möglichen Gefahren zu vermeiden. Folgt der Leser den Anweisungen in dieser Veröffentlichung, übernimmt er willentlich alle Risiken in Verbindung mit diesen Anweisungen.
Die Bussmann Division übernimmt keinerlei Gewähr, u. a. nicht für die Eignung für einen bestimmten Zweck oder die Marktgängigkeit, noch ist eine solche Gewähr in Bezug auf das veröffentlichte Material unausgesprochen enthalten. Die Eaton Bussmann Division ist nicht für besondere Schäden, Folgeschäden oder Strafschadensersatz haftbar, die/der ganz oder teilweise aus der Verwendung des Benutzers oder dem Verlass auf dieses Material entsteht.
Siehe NFPA 70 2017 NEC für vollständige Informationen zu den Abschnitten, auf die in dieser Veröffentlichung hingewiesen wird.
Einige in dieser Veröffentlichung verwendeten Fotografien wurden *in situ* aufgenommen. Die Verwendung dieser Fotografien impliziert nicht die Billigung der dargestellten Produkte des Herstellers durch die Eaton Bussmann Division von Eaton.
Diese Veröffentlichung gibt Informationen zu jeder Codeänderung mit Stand August 2016, spiegelt aber nicht spätere Einsprüche oder Maßnahmen des NFPA-Normungsrats wider.
©2016
Eaton Bussmann Division
Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieser Arbeit darf ohne ausdrückliche schriftliche Erlaubnis der Bussmann Division ganz oder teilweise in grafischer, elektronischer oder mechanischer Form vervielfältigt werden, einschließlich Fotokopieren, Audio- oder Videoaufzeichnung, Informationsspeicher- und -abrufsysteme.

Überblick

Diese Veröffentlichung umfasst nur die wichtigsten Kapitel, Artikel und Teile des NEC 2017, die mögliche Kurzschlussströme und die Kurzschlussfestigkeit (SCCR – Short-Circuit Current Rating) behandeln.

Die Einleitung

Um dem Leser einen Bezugsrahmen zu geben, ist die Einleitung eine detaillierte Abhandlung des Themas im Hinblick auf folgende Punkte:

- warum Kurzschlussfestigkeit wichtig ist
- die Gefahren unzureichender Kurzschlussfestigkeit
- was Kurzschlussfestigkeit ist
- wie die Anforderungen des NEC an die Kurzschlussfestigkeit erfüllt werden
- die Haltung der Occupational Safety and Health Administration (US-amerikanische Behörde für Arbeitssicherheit, OSHA) zur Kurzschlussfestigkeit
- wie Kennzeichnungen der Kurzschlussfestigkeit auf Geräten bestimmt werden
- Einhaltung von 110.10
- verschiedene Artikel mit Anforderungen an die Kurzschlussfestigkeit mit Bezug auf 110.10
- Gerätetypen, die Kennzeichnungen der Kurzschlussfestigkeit erfordern, Anforderungen für die Kennzeichnung oder Dokumentation des möglichen Kurzschlussstroms und spezifische Einschränkungen für Installationen.
- praktische Überlegungen zur Einhaltung der Kurzschlussfestigkeit

Kapitel 4 Ausrüstung zum allgemeinen Gebrauch

Artikel 409 Industrielle Bedienfelder
Teil II. Installation
409.22 Kurzschlussfestigkeit

ÜBERARBEITUNG

Die NEC-Abschnitte sind oben auf jeder Seite genannt und geben an, wo genau im NEC sie zu finden sind.

Wichtige Codeänderungen

Als Nächstes behandelt diese Veröffentlichung die wichtigen Abschnitte der NEC-Änderungen 2017, die die Kurzschlussfestigkeit betreffen (Überarbeitung bestehender Abschnitte oder Hinzunahme neuer Abschnitte).

Sie werden in der Reihenfolge ihres Erscheinens im NEC vorgestellt.

Jeder Codeabschnitt ist mit „ÜBERARBEITUNG“ oder „NEU“ gekennzeichnet, gefolgt von einer Erklärung seiner Bedeutung, zugehörigen NEC-Abschnitten, was für die Bestimmung der Einhaltung des Codes zu beachten ist und ggf. eine detailliertere Erklärung von Behördenstandards und Gerätekennzeichnungen, die Kurzschlussfestigkeitswerte betreffen.

Anhänge

Nach den Codeänderungen folgen Anhänge, die begleitende Informationen, Quellen und Produkte der Eaton Bussmann Division enthalten, die Gerätebauern, zuständigen Behörden und anderen an der Spezifikation, Konstruktion, Installation und Abnahme von Geräten beteiligten Personen helfen, falls diese den in diesem Handbuch behandelten Anforderungen des NEC 2017 an die Kurzschlussfestigkeit unterliegen.

Diese Quellen sind kostenlos* online verfügbar und werden zur Verfügung gestellt, um die elektrische Sicherheit und Einhaltung des Codes zu unterstützen.

* Die Online-Compliance-Software OSCAR™ 2.1 der Bussmann-Serie ist als kostenlose siebentägige Testversion oder als Jahreslizenz erhältlich. Siehe OSCAR 2.1 für Details.

NFPA Codes and Standards

Die Eaton Bussmann Division verweist auf den NEC 2017 für vollständige und detaillierte Codeanforderungen.

Alle NFPA-Codes und -Standards sind online als Leseversion (nicht für Druck oder Suche verwendbar) verfügbar. Um die Leseversion der Codes und Standards aufzurufen, gehen Sie wie folgt vor

- Gehen Sie auf www.nfpa.org.
- Ziehen Sie in der Kopfzeile den Mauszeiger auf „CODES & STANDARDS“.
- Klicken Sie auf „List of NFPA codes and standards“.

- Blättern Sie nach unten und klicken auf „NFPA 70“.

- Klicken Sie auf „Free access to the 2017 edition of NFPA 70“.
- Um den NEC 2017 zu kaufen klicken Sie auf den Link „BUY THIS EDITION“.

- Hier gelangen Sie auf eine Seite, wo Sie Ihre gewünschten Formate angeben und den Kauf durchführen können.

Einleitung

NEC und Kurzschlussfestigkeit

Dieser Abschnitt behandelt die Absicht und generelle Diskussion von Anforderungen an die Kurzschlussfestigkeit, gefolgt von den spezifischen Änderungen dieser Anforderungen im NEC 2017.

Kurzschlussfestigkeit ist ein Gerätenennwert in Bezug auf die Sicherheit unter Fehlerstrombedingungen. Nichtanwendung oder falsche Anwendung der Kurzschlussfestigkeit kann zu ernsten Sicherheitsrisiken führen.

Warum ist die Kurzschlussfestigkeit wichtig?

Es geht um die Sicherheit. Sowohl die Anforderungen des NEC als auch der OSHA an die Kurzschlussfestigkeit verbieten den Einbau eines Geräts an einem Punkt im elektrischen System, an dem der mögliche Kurzschlussstrom höher ist als der, dem das Gerät standhalten kann. Dies gilt für Installationen neuer Geräte sowie für Geräte, die innerhalb einer oder mehrerer Anlagen umgesetzt werden.

Welches sind die Risiken unzureichender Kurzschlussfestigkeit?

Die Risiken liegen außerhalb des Gerätegehäuses, da die Prüf- und Bewertungskriterien der Kurzschlussfestigkeit für Produktstandards meistens für geschlossene und verriegelte Gehäusetüren gelten und der Fehler außerhalb des Gehäuses auftritt. Der Einbau eines elektrischen Geräts, bei dem die Kurzschlussfestigkeit geringer als der mögliche Kurzschlussstrom ist, führt zu ernsthaften Sicherheitsrisiken. Dazu zählen ggf.:

- **Stromschlag:** Das Gehäuse wird durch aus den Anschlüssen gerissene Leiter oder Gerätezerstörung im Gehäuse unter Spannung gesetzt.
- **Brand:** Die Sprengkraft der versagenden internen Geräte kann die verschlossenen und verriegelten Türen öffnen, sodass Flammen und geschmolzenes Metall nach außen gelangen. Dies stellt ein Brandrisiko sowohl für die Anlage als auch das Personal dar.
- **Geschoss (Splitter):** Die Gehäusetür kann vom Feuer auf- oder abgesprengt werden, sodass Teile (Splitter) der versagenden Geräte herausschießen. In Labortests haben Geräteausfälle im Zusammenhang mit der Kurzschlussfestigkeit dazu geführt, dass Gehäusetüren abgesprengt wurden und bis zu 30 Meter weit flogen. Außerdem können Splitter durch das schnelle Versagen interner Geräte mit Geschwindigkeiten von über 1000 km/h herausgeschleudert werden.

Demonstration einer unzureichenden Kurzschlussfestigkeit

Vorher

Während

Nachher

Für Wiedergabe des Videos scannen

Scannen Sie diesen QR-Code, um eine tatsächliche Prüfung der Kurzschlussfestigkeit und die Folgen eines Geräts mit zu geringer Kurzschlussfestigkeit zu sehen.

Hinweis: Selbst wenn ein elektrisches Gerät mit angemessener Kurzschlussfestigkeit installiert ist, bleibt die Gefahr von Stromschlag, Lichtbogenentladung und Luftüberschlag für Arbeiter, die an unter Spannung stehenden Geräten mit offener Gehäusetür arbeiten.

Was ist die Kurzschlussfestigkeit?

Der NEC-Artikel 100 definiert Kurzschlussfestigkeit wie folgt:

Short-Circuit Current Rating. *The prospective symmetrical fault current at a nominal voltage to which an apparatus or system is able to be connected without sustaining damage exceeding defined acceptable criteria.*

Kurzschlussfestigkeit kann das Merkmal eines einzelnen elektrischen Teils, z. B. eines Schützes, oder eines elektrischen Geräts mit mehreren Teilen in einem Gehäuse, z. B. einer Industriesteuerung sein. Ein Überstromschutz, mit dem ein Gerät oder Teil eine Kurzschlussfestigkeit erreicht, kann entweder fest im Gerät verbaut sein, z. B. der Hauptüberstromschutz einer Industriesteuerung wie in Abbildung 1A dargestellt, oder befindet sich – physikalisch getrennt – auf der Netzseite des Geräts wie in Abbildung 1B dargestellt.

Die Kurzschlussfestigkeit unterscheidet sich vom Schaltvermögen eines Überstromschutzgeräts (OCPD – OverCurrent Protective Device), der im NEC in Artikel 100 wie folgt definiert ist:

Interrupting Rating. *The highest current at rated voltage that a device is identified to interrupt under standard test conditions.*

Das Schaltvermögen eines Leistungsschalters oder einer Sicherung ist ein Selbstschutzwert des Überstromschutzgeräts (OCPD). Dieser Nennwert an sich stellt nicht sicher, dass das lastseitige elektrische Gerät über einen ausreichenden Kurzschlussschutz verfügt.

Die allgemeine NEC-Anforderung an den Kurzschlussschutz findet sich in 110.10:

110.10 Circuit Impedance, Short-Circuit Current Ratings, and Other Characteristics. *The overcurrent protective devices, the total impedance, the equipment short-circuit current ratings, and other characteristics of the circuit to be protected shall be selected and coordinated to permit the circuit protective devices used to clear a fault to do so without extensive damage to the electrical equipment of the circuit. This fault shall be assumed to be either between two or more of the circuit conductors or between any circuit conductor and the equipment grounding conductor(s) permitted in 250.118. Listed equipment applied in accordance with their listing shall be considered to meet the requirements of this section.*

110.10 befindet sich in Kapitel 1 Allgemeines und gilt für alle elektrischen Anlagen, bis es in Kapitel 1 bis 7 ergänzt oder geändert wird (siehe NEC 90.3). Diese grundlegende NEC-Anforderung besteht, um sicherzustellen, dass elektrische Geräte unter Kurzschlussbedingungen mit einem Schutz ausgestattet sind.

Die Einhaltung des Kurzschlussschutzes (110.10) ist eine Analyse, die sich stark von der Einhaltung des Schaltvermögens des Überstromschutzgeräts (110.9) unterscheidet. 110.10 fordert, dass alle elektrischen Geräte mit ausreichendem Kurzschlussschutz ausgestattet sein müssen.

Die Absicht des 110.10 ist, dass die Geräte und OCPDs „so ausgewählt und abgestimmt" sein müssen, dass das Gerät unter Fehlerbedingungen bis zur Höhe des möglichen Kurzschlussstroms keinen großen Schaden erleidet. Es handelt sich um die Fähigkeit des Geräts, einer bestimmten Kurzschlussstromstärke bei einer spezifischen Spannung gemeinsam mit einem Überstromschutz zu widerstehen, ohne dass außerhalb des Gehäuses das Risiko eines Stromschlags, Brandes oder herumfliegender Teile besteht.

Je nach Gerätetyp kann es verschiedene Möglichkeiten geben, zu bestimmen, ob das Gerät über einen ausreichenden Kurzschlussschutz nach 110.10 verfügt. Dazu zählen:

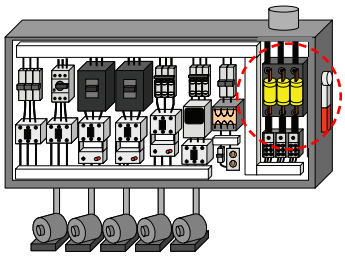


Abbildung 1A. Das Hauptüberstromschutzgerät ist Teil der Anlage.

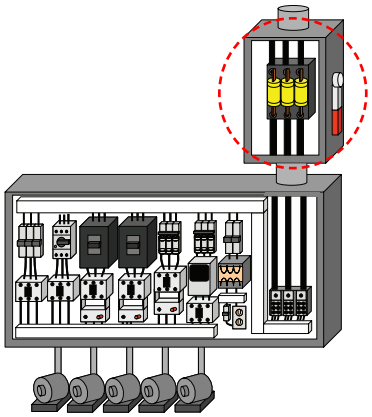


Abbildung 1B. Das Überstromschutzgerät ist nicht Teil der Anlage und befindet sich auf der Netzseite.

- **Analysemethoden.** Für manche Geräte- und Anlagentypen gibt es Analysemethoden. Ein Beispiel für Industriesteuerungen ist die Analysemethode in der Produktnorm *UL 508A Industriesteuerungen, Ergänzung SB*.
- **Prüfung des Kurzschlussstroms in einem Hochspannungslabor.** Die meisten Produkte mit Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit und Listung einer UL-Produktnorm verwenden diese Methode in Verbindung mit Kriterien zur Auswertung der vertretbaren Schäden.
- **Standard-Kurzschlussfestigkeitswerte.** In manchen Fällen mit geringerer Kurzschlussfestigkeit wird für das Produkt eine Standard-Kurzschlussfestigkeit angenommen. Beispielsweise verfügt die Produktnorm *UL 508A Industriesteuerungen, Ergänzung SB, Tabelle SB4.1* über Standard-Kurzschlussfestigkeitswerte für verschiedene Geräte.

NEC 110.10 fordert nicht, dass ein Gerät mit seinem Kurzschlussfestigkeitswert gekennzeichnet ist. Allerdings gibt es mehrere NEC-Anforderungen für verschiedene Gerätetypen, die eine Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit erfordern. Diese anderen NEC-Anforderungen ergänzen die 110.10-Anforderung. Die Anforderung, dass Geräte mit ihrer Kurzschlussfestigkeit gekennzeichnet werden müssen, erleichtert den Einhaltungsprozess für den Kurzschlussschutz. Für die Einhaltung muss die Kurzschlussfestigkeit nur größer oder gleich dem möglichen Kurzschlussstrom sein.

Zusätzlich zum NEC enthalten die Produktnormen von Underwriters Laboratories (UL®) Sicherheitsbewertungskriterien und Anforderungen an die Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit für viele Geräte, die in elektrischen Niederspannungssystemen verwendet werden. Die Sicherheitsbewertungskriterien betreffen das Risiko von Stromschlag, Brand und herumfliegenden Teilen außerhalb des Gehäuses. Die Prüfverfahren fordern typischerweise, dass die Gehäusetüren geschlossen und verriegelt sind, sie müssen geschlossen bleiben und dürfen weder verformt werden noch zulassen, dass Flammen, geschmolzenes Metall oder herumfliegende Teile während des Tests aus dem Gehäuse entweichen. Innerhalb des Gehäuses ist normalerweise ein gewisser Schaden erlaubt; die Geräte müssen eventuell repariert oder ersetzt werden.

Marked SCCR

Bei gelisteten Geräten entspricht die Einhaltung von 110.10 der Bedeutung des letzten Satzes *„…gelistete Geräte, die gemäß ihrem Eintrag eingesetzt werden, gelten als konform mit den Anforderungen dieses Abschnitts.“* Ist das Gerät bei einer Produktnorm gelistet, die die Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit erfordert, und erfüllt die Installation die diese Kennzeichnung, dann erfüllt die Installation 110.10.

Zusätzlich fordert 110.3(B), dass das Gerät gemäß den Anweisungen der Listung oder Kennzeichnung installiert ist.

Dies bedeutet, dass sowohl bei 110.10 als auch bei 110.3(B) die in Ampere angegebene Kurzschlussfestigkeit gleich oder größer als der mögliche Kurzschlussstrom sein muss und die Spannung der Kurzschlussfestigkeit gleich oder größer als die Nennspannung des Systems sein muss.

Wenn die Kurzschlussfestigkeit von der spezifischen Amperezahl des Überstromschutzgeräts oder dem spezifischen Typ von Überstromschutzgerät abhängt, muss zusätzlich das richtige Überstromschutzgerät verwendet werden. Es ist üblich, dass einige elektrische Gerätetypen mehrere bedingte Kurzschlussfestigkeiten haben. Die Bedingungen beruhen typischerweise auf dem/n Überstromschutzgerät/en und der Stärke der Kurzschlussfestigkeit in Ampere. Siehe Abbildung 2, wobei es sich um das Label eines Verteilerblocks handelt, das mehrere verschiedene bedingte Kurzschlussfestigkeiten zeigt.

(1) AWG wire range	(2) Class J fuse max amps	(3) Resulting SCCR
2-6 AWG	400	200 kA
2-14 AWG	200	50 kA
2-14 AWG	175	100 kA

SCCR: When using (1) gauge wire protected by a (2) ampere maximum Class J fuse. This power distribution block is rated for use on a circuit capable of delivering not more than (3) kA rms sym. Or dc amperes 600V maximum. Otherwise 10 kA. Other SCCR options see data sheet.

Abbildung 2. Die Kurzschlussfestigkeit variiert und hängt vom vorgeschalteten Typ von Überstromschutzgerät, der Amperezahl und der Leitergröße ab.

In Abbildung 2 hat dieser Verteiler eine standardmäßige Kurzschlussfestigkeit von 10 kA gemäß UL 508A SB4 Tabelle SB4.1. Allerdings wurde er auch in Kombination mit spezifischen strombegrenzenden Sicherungstypen und maximalen Amperezahlen getestet und ist in dieser Kombination mit höheren Kurzschlussfestigkeiten UL-zertifiziert. Beispielsweise ist auf dem Label eine Kurzschlussfestigkeit von 200 kA angegeben, wenn das Gerät mit Sicherungen der Class J mit 400 A oder weniger geschützt ist und die Leiter auf der Netz- und Lastseite im Bereich von 2 bis 6 AWG (American Wire Gauge) liegen.

Sind Geräte mit der Kurzschlussfestigkeit gekennzeichnet, gibt es zwei Kennzeichnungsarten:

1. Das Hauptüberstromschutzgerät ist Teil der Anlage (siehe Abbildung 1A). In diesem Fall schließt der Anlagenhersteller das Überstromschutzgerät in die Anlage ein und die Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit gibt den Effektivwert für symmetrische Stromstärke und Spannung der Kurzschlussfestigkeit an.
2. Die Anlage enthält kein Hauptüberstromschutzgerät und verlässt sich auf ein vor Ort installiertes Überstromschutzgerät auf der Netzseite (siehe Abbildung 1B). In diesem Fall gibt die Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit den Effektivwert für symmetrische Strom-

stärke, Spannung und den erforderlichen Typ von Überstromschutzgerät der Kurzschlussfestigkeit sowie die Nenn-Amperezahl (oft als Maximum angegeben) an. Beispielsweise kann eine Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit „100 kA effektiv symmetrisch, 480 V und Sicherung Class J mit maximal 400 A" lauten. Somit muss vor Ort eine Sicherung der Class J mit 400 Ampere oder weniger auf der Netzseite des Geräts installiert werden, um die Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit zu erfüllen.

Hinweis: Wenn der NEC eine Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit fordert und das Gerät nicht nach einer Produktnorm gelistet ist, kann der Hersteller auch eine Branchenmethode nutzen, um die Kurzschlussfestigkeit zu bestimmen. Eine Möglichkeit zur Bestimmung der Kurzschlussfestigkeit ist die Prüfung des Geräts im Labor. Bei Industriesteuerungen ist eine Branchenanalysemethode die Produktnorm *UL 508A Industriesteuerungen Ergänzende SB Kurzschlussfestigkeitswerte für Industriesteuerungen.*

Die Einhaltung von 110.10 ist relativ einfach.

1. **Bestimmen Sie die möglichen Kurzschlussströme.** Berücksichtigen Sie zukünftige Änderungen am elektrischen System oder Umbauten des Geräts, die zu höheren möglichen Kurzschlussströmen führen können. Das Umsetzen eines Geräts innerhalb der Anlage oder in eine andere Anlage kann unmöglich sein, da die Kurzschlussfestigkeit für den möglichen Kurzschlussstrom am neuen Ort ungeeignet ist.
2. **Geben Sie bei der Spezifikation und Bestellung elektrischer Geräte die erforderlichen Kurzschlussfestigkeitslevel an.** Gerätebauer sollten den Käufer auffordern, den niedrigsten akzeptablen Kurzschlussfestigkeitslevel für jedes Teil anzugeben. Wer die Geräte spezifiziert oder bestellt, muss die möglichen Kurzschlussströme am geplanten Einbauort kennen und die erforderliche minimale Kurzschlussfestigkeit für jedes Teil dem Gerätebauer mitteilen. Geräte, bei denen die Kurzschlussfestigkeit den möglichen Kurzschlussstrom übersteigt, werden als Sicherheitsfaktor empfohlen und bieten außerdem Flexibilität für Systemänderungen und Geräteumbau. Allerdings stellen Geräte, deren Kurzschlussfestigkeit nicht mindestens gleich dem möglichen Kurzschlussstrom ist, ein Sicherheitsrisiko sowie eine Verletzung der Code- und OSHA-Anforderungen dar.
3. **Installieren Sie ein Gerät nicht, wenn seine Kurzschlussfestigkeit nicht gleich oder höher als der mögliche Kurzschlussstrom ist.** Der Monteur sollte keine Geräte installieren, die eine geringere Kurzschlussfestigkeit als der mögliche Kurzschlussstrom haben. Es gibt kostenlose Werkzeuge, die die Berechnung der möglichen Kurzschlussströme erlauben, wenn der mögliche Kurzschlussstrom nicht am Einbauort des Geräts angegeben ist. Dies ist ähnlich wie die Arbeit mit Gehäusen; ein Monteur würde im Freien nicht ein Gehäuse Typ 1 installieren, wenn ein Typ 3R erforderlich ist.
4. **Bevor ein Gerät unter Spannung gesetzt wird, sollte eine zuständige Behörde prüfen, ob die Kurzschlussfestigkeit des Geräts gleich oder höher als der mögliche Kurzschlussstrom ist.** Die zuständige Behörde muss sicherstellen, dass das Gerät über eine Kurzschlussfestigkeit größer oder gleich dem möglichen Kurzschlussstrom verfügt. Siehe Informationsvermerk für die Definition von „zuständige Behörde" (Authority Having Jurisdiction) im NEC Artikel 100.

Der NEC unterstreicht die richtige Installation für die Kurzschlussfestigkeit

Es gibt mehrere Anforderungen im NEC, die die allgemeine Kurzschlussschutzanforderung aus 110.10 ergänzen. Die meisten dieser ergänzenden Anforderungen beziehen sich auf spezielle Gerätetypen, die mehrere Teile in einem Gehäuse haben und vereinfachen den Einhaltungsprozess.

Tabelle 1 zeigt einige dieser Anforderungen in drei Gruppen.

Tabelle 1. Anforderungen des NEC an die Kurzschlussfestigkeit als Ergänzung zu 110.10[1]

(Roter Kursivtext zeigt Änderungen des NEC 2017)

NEC section	Subject/equipment type
Marking Short-Circuit Current Rating (SCCR)	
409.110(4)	Industrial control panels
430.8	Motor controllers
430.98	Motor control centers
440.4(B)	*Air conditioning and refrigeration equipment*[2]
620.16(A)	*Elevator control panel*
670.3(A)(4)	Industrial machinery
700.5(E)	*Equipment transfer switches for emergency systems*[3]
701.5(D)	*Equipment transfer switches for legally required standby systems*[3]
702.5	*Equipment transfer switches for optional standby systems*[3]
708.24(E)	*Equipment transfer switches for critical operations power systems*[3]
Marking and/or documenting available short-circuit current	
110.24	*Service entrance equipment (mark and document)*
409.22(B)	*Industrial control panels (document)*
430.99	*Motor control centers (document)*
440.10(B)	*Air conditioning and refrigeration equipment (document)*
620.51(D)(2)	*Elevator control panels (mark)*
670.5(2)	*Industrial machinery (mark)*
Equipment installation: SCCR must be equal to or greater than available short-circuit current	
110.10	Circuit impedance, short-Circuit Current Rating, and Other Characteristics
409.22(A)	*Industrial control panels*
440.10(A)	*Air conditioning and refrigeration equipment*
620.16(B)	*Elevator control panel*
670.5(1)	*Industrial machinery*

1 Dies ist eine überblicksartige Zusammenfassung. Siehe NEC 2017 für vollständige Anforderungen und Ausnahmen.
3 Erfordert Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit auf der Außenseite des Gehäuses des Transfergeräts. Siehe detaillierte Abhandlung zu jeder Anforderung in dieser Veröffentlichung.

Von der Konstruktion bis zum Stromanschluss trägt jede am Prozess beteiligte Fachrichtung ihre Verantwortung daran, dass sichergestellt ist, dass das Gerät den Kurzschlussschutz erfüllt. Leider werden oft Geräte bestellt, installiert und in Betrieb genommen, die eine unzureichende Kurzschlussfestigkeit aufweisen. Damit dies nicht passiert, benötigen zuständige Behörden, die für die Prüfung der Einhaltung einer sicheren Installation verantwortlich sind, Werkzeuge und Verfahren, die die Durchsetzung der Anforderungen des NEC an die Kurzschlussfestigkeit vereinfachen.

Die NEC-Anforderungen in Tabelle 1 und 2 helfen bei der Vereinfachung und Verbesserung des Prozesses für die zuständigen Behörden. Bei der Entwicklung der für die Kurzschlussfestigkeit relevanten Änderungen des NEC 2017 ist in den Beiträgen der Öffentlichkeit und Stellungnahmen der Ausschüsse erwähnt, dass diese Anforderungen dazu gedacht sind, für die Kontrolleure/zuständigen Behörden die Sicherstellung der Einhaltung einfacher zu gestalten.

- Erste Überarbeitung Nr. 3002 (die schließlich in der zweiten Überarbeitung zu 409.22(B) wurde): "*This change provides much needed information to aid the electrical inspector when enforcing 409.22. It will help the inspector ensure that the industrial control panel is installed within its short-circuit current rating.*"

- Erste Überarbeitung Nr. 3006 (440.10): "*Inspectors are having an extremely difficult time enforcing proper short-circuit current ratings of HVACR equipment because there is typically no information on the job site as to the available fault current at the HVACR equipment. If documentation of the available fault current were provided to the electrical inspector, it would be much easier for the inspector to assure that the equipment was being properly protected. This change provides that fault current information to the AHJ.*"
- Erste Überarbeitung Nr. 3016 (430.99): "*.... If documentation of the available short-circuit current were provided to the electrical inspector, it would be much easier for the inspector to assure that the equipment was being properly protected.*"

Table 2. NEC requirements (*2017 NEC change in red italic text*)[1]

Equipment type	**Mark SCCR** - UL product standard SCCR marking required - OEM responsibility unless noted as field marked	**Available short-circuit current variances** - Field mark and/or document/date calculation of available short-circuit current - Make available to inspector (AHJ)	**SCCR must be greater than available short-circuit current** - Not permitted to install equipment if SCCR is less than the available short-circuit current - Essentially 110.10 and 110.3(B) requirement
Service entrance equipment	- UL 67 Panelboards - UL 891 Switchboards - UL 1558 Switchgear	- 110.24 - Field mark *- Document*	- 110.10
Industrial control panel	- 409.110(4) - UL 508A	*- 409.22(B)* *- Document*	*- 409.22(A)*
Motor controller	- 430.8 - UL 508 - UL 508C - UL 61800-5-1	—	- 110.10
Adjustable speed drive (circuits with power conversion equipment)	*- 430.130(A)(4)*[2] - UL 508C - UL 61800-5-1	—	- 110.10
Motor control center	- 430.98 - UL 845	*- 430.99* *- Document*	- 110.10
Air conditioning and refrigeration equipment	*- 440.4(B)*[3] - UL 1995 - UL 508A	*- 440.10(B)* *- Document*	*- 440.10(A)*
Elevator control panel	*- 620.16(A)* *- UL 508A*	*- 620.51(D)(2)* *- Field mark*	*- 620.16(B)*
Industrial machinery	- 670.3(A)(4) - NFPA 79 - UL 508A	*- 670.5(2)* *- Field mark*	*- 670.5(1)*
Transfer equipment in emergency systems	*- 700.5(E)* *- Field mark*[4] - UL 1008	—	- 110.10
Transfer equipment in legally required standby systems	*- 701.5(D)* *- Field mark*[4] - UL 1008)	—	- 110.10
Transfer equipment in optional standby systems	*- 702.5* *- Field mark*[4] - UL 1008 - UL 67 - UL 98	—	- 110.10
Transfer equipment in critical operations power systems	*- 708.24* *- Field mark*[4] - UL 1008	—	- 110.10

1. Dies ist eine überblicksartige Zusammenfassung. Siehe NEC 2017 für vollständige Anforderungen und Ausnahmen.
2. Die Anforderung 430.130(A)(4) bezieht sich auf gelistete Antriebe mit einstellbarer Drehzahl. UL 508C und UL 61800-5-1 fordern bei Verwendung von Hochgeschwindigkeitssicherungen oder MCPs anstelle von Abzweig-Überstromschutzgeräten, dass auf dem Antrieb mit einstellbarer Drehzahl der spezifische Sicherungs- oder MCP-Hersteller und die Modellnummer der Hochgeschwindigkeitssicherung oder des MCP angegeben sein müssen. Weitere Informationen zu dieser Anforderung finden Sie in der detaillierte Abhandlung unter 430.130(A) in dieser Veröffentlichung.
3. 440.4(B) wurde überarbeitet, um die Befreiung von der Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit für Geräte mit 60 A oder weniger zu streichen.
4. Diese Abschnitte fordern die Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit auf der Außenseite des Gehäuses des Transfergeräts. Siehe detaillierte Abhandlung zu jeder Anforderung in dieser Veröffentlichung.

Weitere Informationen

Weitere Informationen, eine detaillierte Erklärung zur Kurzschlussfestigkeit sowie Hilfsmittel und Produkte, die zur Erreichung einer hohen Kurzschlussfestigkeit hilfreich sind, finden Sie in den Anhängen zu dieser Veröffentlichung.

Anhang Nr.	**Gebiet**	**Seite**
1	Praktische Ansätze zur Bestimmung des möglichen Kurzschlussstroms	21
2	Richtbeispiele optimaler Praxis im Zusammenhang mit Anforderungen zur Kurzschlussfestigkeit in verschiedenen Projektstadien	22
3	Produktlösungen für den Kurzschlussschutz bei Antrieben mit einstellbarer Drehzahl	23
4	Ressourcen der Bussmann-Serie für Kurzschlussfestigkeits-Konformität	24-25
5	Produkte der Bussmann-Serie für Kurzschlussfestigkeits-Konformität	26-27

Article 110 Requirements for Electrical Installations
Part I. General
110.24 Available Fault Current
110.24(A) Field Marking

ÜBERARBEITUNG

Bedeutung der Änderung

Diese Änderung fordert, dass die Dokumentation der Berechnung des maximal möglichen Kurzschlussstroms denjenigen Personen zur Verfügung stehen muss, die zur Konstruktion, Installation, Prüfung, Wartung oder zum Betrieb berechtigt sind.

Abschnitt 110.24(B) fordert weiterhin, dass das Service Equipment vor Ort mit dem möglichen Kurzschlussstrom sowie dem Datum der Berechnung gekennzeichnet sein müssen. Dies gilt nicht für Mehrfamilienhäuser und einige industrielle Anlagen. 110.24(B) fordert, dass die Kennzeichnung aktualisiert wird, sobald das System verändert wird und dies zu Änderungen des möglichen Kurzschlussstroms führt.

Die Absicht dieser Kennzeichnung ist:

1 Stellen Sie sicher, dass das Service Equipment mit einer Kurzschlussfestigkeit (SCCR – Short-Circuit Current Rating) und Schaltvermögen des Überstromschutzgeräts (OCPD – OverCurrent Protective Device) gekauft und installiert werden, das gleich oder höher als der mögliche Kurzschlussstrom sind.

2 Diese Informationen vereinfachen es den zuständigen Behörden, die Einhaltung von OCPD-Schaltvermögen (110.9) und SCCR-Werten der elektrischen Geräte (110.10) zu prüfen.

Methoden der Vereinfachung der Konformität

Der mögliche Kurzschlussstrom kann vorsichtig unter Verwendung eines unbegrenzten Kurzschlussstroms an der Primärseite des Servicetransformators oder durch Vernachlässigung der Serviceleiterimpedanz berechnet werden.

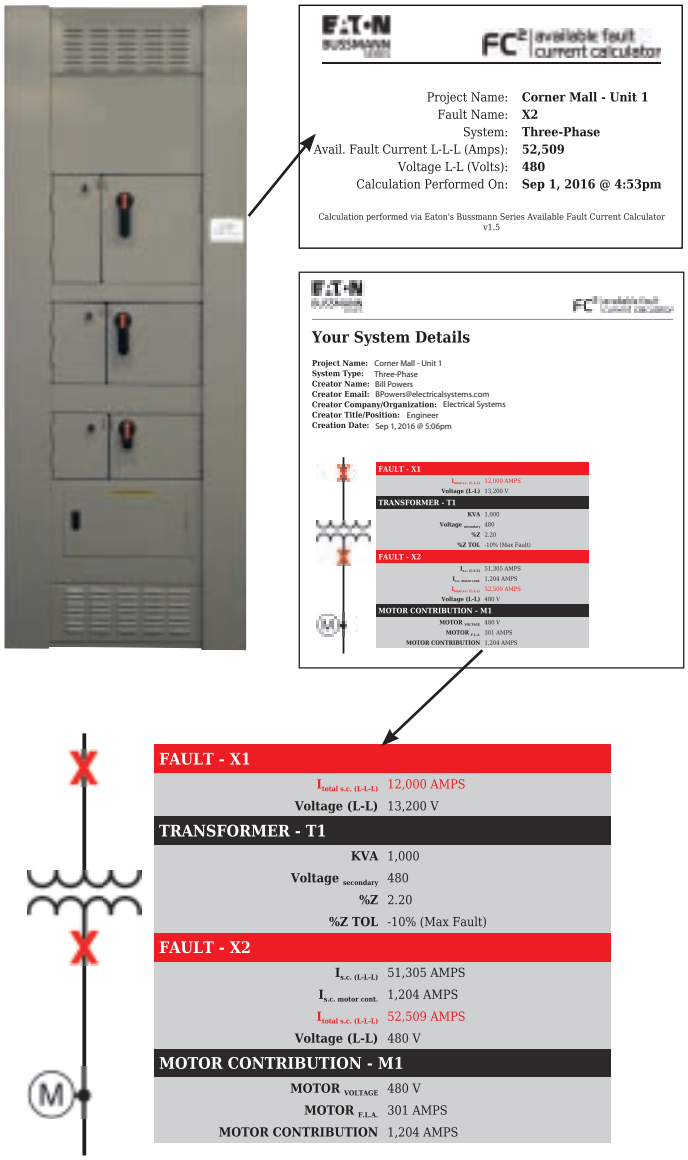
Ein häufiger Grund für einen Anstieg des möglichen Kurzschlussstroms ist ein Austausch des Servicetransformators durch den Stromversorger. Bei einem höheren kVA-Nennwert und/oder niedrigerer prozentualer Impedanz kann der mögliche Kurzschlussstrom erheblich steigen.

Typischerweise hängt die Kurzschlussfestigkeit des Service Equipment in erster Linie von dem Schaltvermögen der Überstromschutzgeräte ab.

Die Nennwerte von Leistungsschaltern variieren je nach angelegter Spannung und liegen zwischen 5 kA und 200 kA.

Strombegrenzende Sicherungen haben üblicherweise Schaltvermögen von 200 kA oder 300 kA.

Werden OCPDs mit höheren Schaltvermögen – egal ob Sicherungen oder Leistungsschalter – verwendet, werden Anlagenbesitzer nicht von einem Sicherheitsproblem überrascht, wenn der Stromversorger den Servicetransformator austauscht und der mögliche Kurzschlussstrom erheblich ansteigt.



Das Serviceeingangsfeld ist mit dem möglichen Kurzschlussstrom gekennzeichnet und die Dokumentation ist verfügbar.

Zu beachten:

- Das Service Equipment ist mit dem maximal möglichen Kurzschlussstrom und dem Datum der Berechnung gekennzeichnet, und es steht die Berechnung unterstützende Dokumentation zur Verfügung.
- Das Service Equipment verfügt über eine vom Hersteller angegebene Kurzschlussfestigkeit.*
- Die Kurzschlussfestigkeit ist gleich oder höher als der maximal mögliche Kurzschlussstrom.*
- Die OCPDs haben ein Schaltvermögen gleich oder höher als der maximal mögliche Kurzschlussstrom.*

* In manchen Fällen kann das Service Equipment mit der Kurzschlussfestigkeit gekennzeichnet sein, in anderen Fällen kann etwas wie *„Der Nennwert des Kurzschlussstroms dieses Verteilers ist gleich dem niedrigsten Schaltvermögen aller installierten Leistungsschalter oder Sicherungen…“* angegeben sein.

Zugehörige NEC-Abschnitte

- 110.9
- 110.10
- 240.86

Eine ausführliche Erörterung der Kurzschlussfestigkeit finden Sie auf den Seiten 4 bis 7, entsprechende Ressourcen auf den Seiten 24 bis 25 und eine Liste der Produkte auf den Seiten 26 bis 27.

Article 409 Industrial Control Panels
Part II. Installation
409.22 Short-Circuit Current Rating

ÜBERARBEITUNG

Bedeutung der Änderung

Der Text des NEC 409.22 von 2014 wurde in *409.22(A) Installation* überführt und der Begriff „möglicher Fehlerstrom“ wurde in „möglicher Kurzschlussstrom“ geändert.

409.22(B) Dokumentation ist komplett neu. Dort ist festgelegt, dass für jedes Feld, dessen Kurzschlussfestigkeit gemäß 409.110(4) angegeben werden muss, auch der mögliche Kurzschlussstrom berechnet und dokumentiert und das Datum der Berechnung angegeben werden muss und dass diese Angaben prüfungsberechtigten Personen zugänglich gemacht werden müssen.

409.22 gilt nicht für Industriesteuerungen, die nur Steuerkreiskomponenten (keine Leistungskreise) gemäß 409.110(4) enthalten.

Diese drei Anforderungen wirken zusammen, um es für Kontrolleure einfacher zu machen, eine sicherere Installation zu gewährleisten:

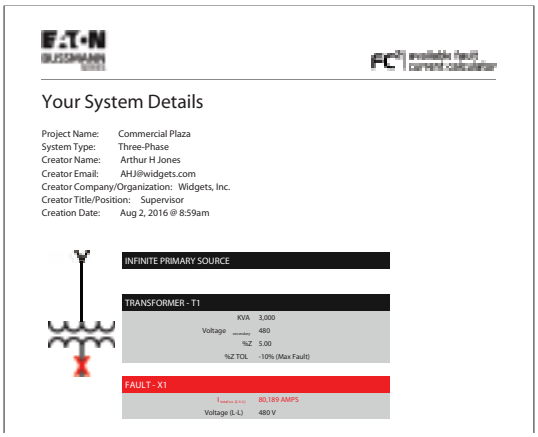
- 409.110(4) wurde seit dem NEC von 2014 nicht geändert. Vom Feldhersteller wird weiterhin gefordert, die Kurzschlussstromfestigkeit anzugeben und diese muss „nach der Installation deutlich sichtbar“ sein.
- Muss die Kurzschlussfestigkeit der Industriesteuerungen angegeben werden, dann fordert 409.22(B) nun die Bestimmung des möglichen Kurzschlussstroms. Diese Berechnung und das Datum der Berechnung müssen dem Kontrolleur oder der zuständigen Behörde zugänglich gemacht werden.
- 409.22(A) stellt klar, dass Industriesteuerungen nicht installiert werden dürfen, wenn der angegebene Kurzschlussstromnennwert unter dem möglichen Kurzschlussstrom liegt.

In manchen Fällen ist ein amtlicher Kontrolleur nicht bei der Installation eines Industriesteuerungen (ICP) beteiligt, zum Beispiel wenn ein ICP:

- nach der Bauabnahme installiert wird.
- innerhalb einer Anlage umgesetzt wird oder in eine andere bestehende Anlage umgebaut wird.
- ein wesentlicher Bestandteil von Prozessausrüstung ist, die nach der abschließenden amtlichen Prüfung gekauft oder umgesetzt wird.

Dennoch ist jemand wie der Eigentümer oder sein festgelegter Vertreter dafür zuständig, zu prüfen, ob die elektrische Anlage dem NEC entspricht (siehe NEC Artikel 100, Definition für zuständige Behörde inklusive Informationsvermerk). Dies beinhaltet auch, sicherzustellen, dass Industriesteuerungen nur installiert werden, wenn die Kurzschlussfestigkeit gleich oder höher als der mögliche Kurzschlussstrom ist.

Das Typenschild des Herstellers mit Angabe der Kurzschlussfestigkeit des Geräts befindet sich auf der Innenseite des Gehäuses.



Die Dokumentation des möglichen Kurzschlussstroms und das Datum der Berechnung sind für den Kontrolleur verfügbar.

Zu beachten:

- Der mögliche Kurzschlussstrom und die die Berechnung unterstützende Dokumentation sind verfügbar.
- Die Kurzschlussfestigkeit der Industriesteuerungen ist vom Hersteller auf der Ausrüstung angegeben.
- Die Kurzschlussfestigkeit ist gleich oder höher als der mögliche Kurzschlussstrom.

Zugehörige NEC-Abschnitte

- 110.10
- 409.110(4)

Eine ausführliche Erörterung der Kurzschlussfestigkeit finden Sie auf den Seiten 4 bis 7, entsprechende Ressourcen auf Seiten 24 bis 25 und eine Liste der Produkte auf Seiten 26 bis 27.

Article 430 Motors, Motor Circuits, and Controllers
Part VIII. Motor Control Centers
430.99 Available Fault Current

NEU

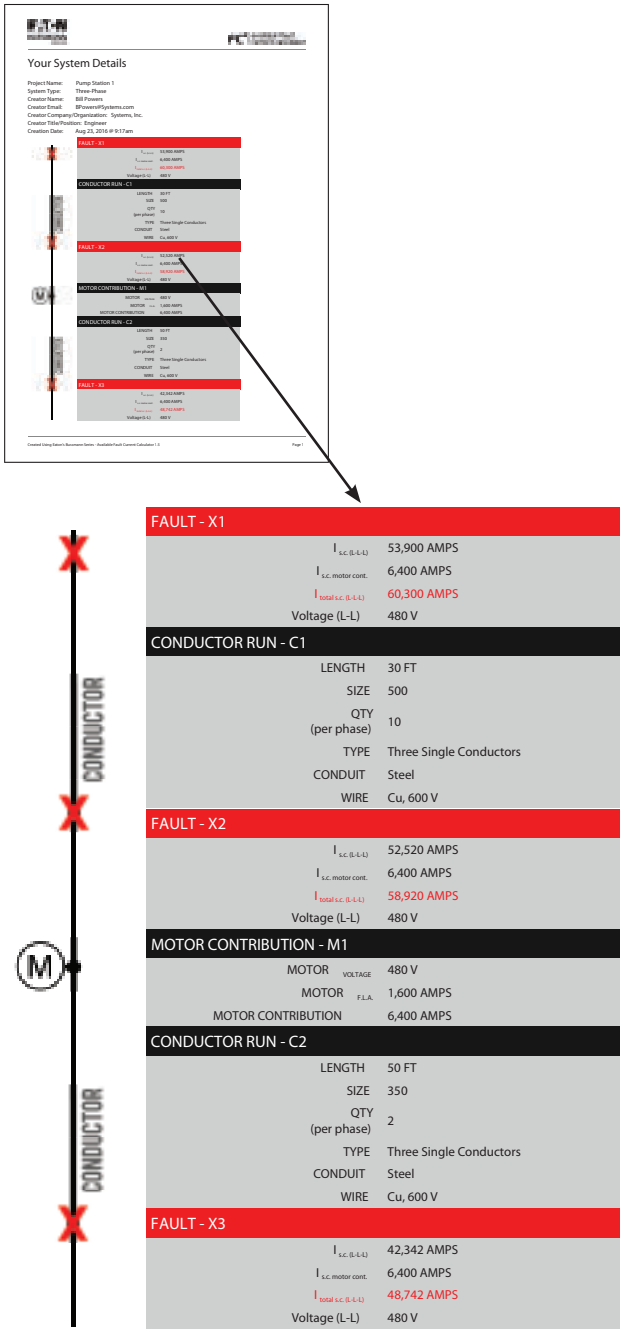
Bedeutung der Erweiterung

Der neue NEC Abschnitt 430.99 fordert:

- Berechnung des möglichen Kurzschlussstroms, wo ein Motorschaltschrank (MCC) installiert werden soll.
- Die Dokumentation des möglichen Kurzschlussstroms und das Datum der Berechnung müssen dem Kontrolleur oder der zuständigen Behörde zugänglich gemacht werden.

Dieser neue Abschnitt wirkt gemeinsam mit dem bereits bestehenden 430.98, der fordert, dass ein MCC mit dem Nennwert des Kurzschlussstroms gekennzeichnet werden muss. Da nun 430.98 und 430.99 gelten, kann der Kontrolleur relativ einfach bestimmen, ob eine MCC-Installation konform ist, indem er die Kurzschlussfestigkeit des Motorschaltschranks mit dem möglichen Kurzschlussstrom vergleicht.

Typenschild des Herstellers mit Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit



FAULT - X1	
$I_{s.c.\ (L\text{-}L\text{-}L)}$	53,900 AMPS
$I_{s.c.\ motor\ cont.}$	6,400 AMPS
$I_{total\ s.c.\ (L\text{-}L\text{-}L)}$	60,300 AMPS
Voltage (L-L)	480 V
CONDUCTOR RUN - C1	
LENGTH	30 FT
SIZE	500
QTY (per phase)	10
TYPE	Three Single Conductors
CONDUIT	Steel
WIRE	Cu, 600 V
FAULT - X2	
$I_{s.c.\ (L\text{-}L\text{-}L)}$	52,520 AMPS
$I_{s.c.\ motor\ cont.}$	6,400 AMPS
$I_{total\ s.c.\ (L\text{-}L\text{-}L)}$	58,920 AMPS
Voltage (L-L)	480 V
MOTOR CONTRIBUTION - M1	
MOTOR VOLTAGE	480 V
MOTOR F.L.A.	1,600 AMPS
MOTOR CONTRIBUTION	6,400 AMPS
CONDUCTOR RUN - C2	
LENGTH	50 FT
SIZE	350
QTY (per phase)	2
TYPE	Three Single Conductors
CONDUIT	Steel
WIRE	Cu, 600 V
FAULT - X3	
$I_{s.c.\ (L\text{-}L\text{-}L)}$	42,342 AMPS
$I_{s.c.\ motor\ cont.}$	6,400 AMPS
$I_{total\ s.c.\ (L\text{-}L\text{-}L)}$	48,742 AMPS
Voltage (L-L)	480 V

Dokumentation zum möglichen Kurzschlussstrom mit dem Datum der Berechnung.

Zugehörige NEC-Abschnitte

- 110.10
- 430.98

Eine ausführliche Erörterung der Kurzschlussfestigkeit finden Sie auf den Seiten 4 bis 7, entsprechende Ressourcen auf Seiten 24 bis 25 und eine Liste der Produkte auf Seiten 26 bis 27.

Zu beachten:

- Möglicher Kurzschlussstrom und die die Berechnung unterstützende Dokumentation, die dem Inspektor bereitgestellt wird.
- Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit durch den Hersteller der Motor Control Center.
- Die Kurzschlussfestigkeit ist gleich oder höher als der mögliche Kurzschlussstrom.

Article 430 Motors, Motor Circuits, and Controllers
Part X. Adjustable-Speed Drive Systems
430.130 Branch Circuit Short-Circuit and Ground Fault Protection for Single Motor Circuits Containing Power Conversion Equipment
430.130(A) Circuits Containing Power Conversion Equipment

ÜBERARBEITUNG

Bedeutung der Änderung

Diese Codeänderung gilt für die Kurzschlussfestigkeiten (SCCR – Short-Circuit Current Ratings) der gelisteten Antriebe mit einstellbarer Drehzahl. Die anwendbaren UL-Produktstandards *UL 508C Standard for Power Conversion Equipment (Standard für Stromrichter)* und *UL 61800-5-1 Standard for Adjustable Speed Electrical Power Drive Systems (Standard für elektrische Antriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl) - Teil 5-1: Sicherheitsanforderungen - elektrisch, thermisch und energetisch* haben bereits diese Anforderung. Die Abhandlung *Der Schutz von Leistungselektronikteilen erfordert gesonderte Berücksichtigung* auf dieser Seite und Anhang 3 bieten tieferen Einblick in einen wichtigen Übergang, der beim Kurzschlussfestigkeit-Schutz von Antrieben mit einstellbarer Drehzahl stattfindet.

- Diese Codeänderung: Wenn die Herstelleranweisungen für ihre gelisteten elektronischen Leistungswandler Halbleitersicherungen oder verzögerungsfreie Leistungsschalter als Schutzeinrichtung gegen Abzweigkurzschluss und -erdschluss erlauben, müssen diese in die gleiche Baugruppe integriert sein.
- Halbleitersicherungen werden üblicherweise auch als Hochgeschwindigkeitssicherungen und verzögerungsfreie Leistungsschalter als Motorschutzschalter oder MCPs bezeichnet.
- Wenn Halbleitersicherungen oder MCPs verwendet werden, fordern UL 508C und UL 61800-5-1 zusätzlich, dass auf den Antrieben der spezifische Sicherungshersteller und die Sicherungsmodellnummer oder der MCP-Hersteller und die MCP-Modellnummer angegeben sind, außerdem muss die Kennzeichnung angeben, dass diese Schutzeinrichtungen in der gleichen Baugruppe wie die Steuerung des Antriebs mit einstellbarer Drehzahl integriert sind.
- Diese zusätzlichen Vorsichtsmaßnahmen sind erforderlich, da die MCPs und die meisten Halbleitersicherungen keine Branch Circuit Protective Devices gemäß Definition in Artikel 100 sind. Diese anwendungsbezogenen Einrichtungen sind im NEC mit Einschränkungen für den Einsatz in dieser Anwendung zugelassen: siehe 430.52(C)(3), 430.52(C)(5) und 430.130(A)(4). Es sind anerkannte Produkte, bei denen der Antriebshersteller diese speziellen Einrichtungen für diese spezielle Anwendung bewerten muss.
- Die meisten Antriebe mit einstellbarer Drehzahl sind an bestimmte Überstromschutzgeräte gebunden. Aus Sicherheitsgründen und zwecks Einhaltung von 110.3(B) müssen die Kennzeichnungen und Anweisungen des Herstellers des Antriebs mit einstellbarer Drehzahl bezüglich des zu verwendenden Überstromschutzgeräts und der entsprechenden Kurzschlussfestigkeit eingehalten werden.

Zugehörige NEC-Abschnitte

- 430.52(C)(3)
- 430.52(C)(5)

Eine ausführliche Erörterung der Kurzschlussfestigkeit finden Sie auf den Seiten 4 bis 7, entsprechende Ressourcen auf Seiten 24 bis 25 und eine Liste der Produkte auf Seiten 26 bis 27.

Zusätzliche zu berücksichtigende Faktoren beim Schutz von Stromrichtern

Der aktuelle Übergang von UL 508C zu UL 61800-5-1 als Standard für Antriebe mit einstellbarer Drehzahl ist mit strengeren Kurzschlussfestigkeitstests verbunden, die die Sicherheit erhöhen. Es ist zu erwarten, dass stärker strombegrenzende Überstromschutzgeräte und superflinke Sicherungen häufiger zum Einsatz kommen werden.

Bei Antrieben mit einstellbarer Drehzahl ergeben sich im Vergleich zu herkömmlichen elektromechanischen Motorschutzvorrichtungen andere Anforderungen an den Kurzschluss- und Erdfehlerschutz. Antriebe mit einstellbarer Drehzahl mit IGB-Transistoren (Bipolartransistoren mit isolierter Gateelektrode) werden in der Regel bei externen Fehlern der Antriebsleistung schnell abgeschaltet. Unter UL 508C geführte Antriebe wurden jedoch unter Umständen nicht auf interne Fehler geprüft. Die Schäden infolge interner Fehler können katastrophal sein und zu schweren Schäden am Antriebsschaltkreis sowie an anliegenden Schaltkreisen und Vorrichtungen führen. In manchen Fällen sind superflinke Sicherungen der einzige Typ von Überstromschutzgerät, der die erforderliche Strombegrenzung bei internen Kurzschlussfehlern bietet. Durch eine stärkere Strombegrenzung können Schäden am Antrieb sowie an den anliegenden Stromkreisen auf ein Minimum reduziert werden.

Die Modellnummer eines Antriebs mit einstellbarer Drehzahl kann mehrere Kurzschlussfestigkeitswerte enthalten, die vom Überstromschutzgerät und jeweiligen Kurzschlussfestigkeitslevel abhängen, der bei Produktnormtests erzielt wird. Ein Antrieb kann beispielsweise zwei Kurzschlussfestigkeitswerte haben: 5 kA für ein Überstromschutzgerät gemäß 430.52 und 100 kA beim Schutz durch eine superflinke Sicherung mit einer bestimmten Herstellermodellnummer. In manchen Fällen werden für einen Antrieb mit einstellbarer Drehzahl nur ein bestimmtes Überstromschutzgerät und eine entsprechende Kurzschlussfestigkeit angegeben. Diese Angaben sind am Antrieb und/oder in der Installationsanleitung vermerkt.

UL 508C wird in der Industrie allmählich durch den neuen Standard UL 61800-5-1 abgelöst. Diese Produktstandards gelten für offene und geschlossene Stromrichter zur Ansteuerung mindestens eines Motors, der mit einer anderen Frequenz oder Spannung betrieben wird als die Eingangsfrequenz oder -spannung. Einer der Vorteile ist die deutlich höhere Kurzschlussfestigkeit der Antriebe mit einstellbarer Drehzahl.

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Chapter 4 Equipment for General Use

Article 430 Motors, Motor Circuits, and Controllers
Part X. Adjustable-Speed Drive Systems
430.130 Branch Circuit Short-Circuit and Ground Fault Protection for Single Motor Circuits Containing Power Conversion Equipment
430.130(A) Circuits Containing Power Conversion Equipment

ÜBERARBEITUNG

Geänderte UL-Standards

Seit Februar 2016 müssen alle neuen Antriebe mit einstellbarer Drehzahl nach der Norm UL 61800-5-1 zertifiziert werden. Ab Februar 2020 müssen alle Antriebe mit einstellbarer Drehzahl nach der Norm UL 61800-5-1 zertifiziert sein. UL 508C ist dann nicht mehr gültig. In Tabelle 4 werden die drei wichtigen Änderungen im Hinblick auf den Überstromschutz bei Antrieben mit einstellbarer Drehzahl detailliert erläutert.

Tabelle 4: Änderung der UL-Standards

Auslaufende Norm: UL 508C	Ab Februar 2020 geltende Norm: UL 61800-5-1
Motorausgang wird auf Kurzschlusssicherheit getestet.	Alle Antriebsausgänge werden auf Kurzschlusssicherheit getestet.
Es gibt keine speziellen Kurzschluss-Testkriterien für interne Bauteile von Antrieben mit einstellbarer Drehzahl (Testen der Bauteilausfälle).	Interne Bauteile von Antrieben mit einstellbarer Drehzahl müssen auf Standardstromwerte und hohe Kurzschlussstromwerte basierend auf der vom Hersteller angegebenen Kurzschlussfestigkeit getestet werden, sofern keine andere Analyse einen anderen höheren Wert ergibt.
Bei Kurzschluss- und Ausfalltests der Bauelemente mit Leistungsschaltern ist der Einsatz des Baumwollindikators nicht erforderlich.	Der Baumwollindikator ist bei allen Kurzschluss- und Ausfalltests der Bauelemente erforderlich, wenn ein Leistungsschalter verwendet wird.

Antriebe mit einstellbarer Drehzahl mit angemessenem Kurzschlussschutz können ein schwieriges Unterfangen sein. Antriebe mit einstellbarer Drehzahl nach UL 61800-5-1 müssen zusätzliche (nicht in UL 508C enthaltene) Kurzschlussstromtest- und Bewertungskriterien für interne Bauteilfehler (Bauteilausfälle) erfüllen.

Ohne einen angemessenen Überstromschutz können Bauteile von Antrieben mit einstellbarer Drehzahl wie leistungselektronische Geräte und Kondensatoren ausfallen und zu Kurzschlussschäden von katastrophalem Ausmaß führen. Massive Schäden an den verschiedenen Antriebsbauelementen und zusätzliche Schäden an benachbarten Geräten und Schaltkreisen können die Folge sein.

UL 61800-5-1 schreibt Tests zur Simulation interner Antriebsfehler vor, sodass Schäden an anderen Antriebsbauelementen oder benachbarten Schaltkreisen deutlich reduziert oder kontrolliert werden können.

Antriebshersteller steigen auf den neuen Standard um. Um die Voraussetzungen für die Kurzschluss- und Ausfalltests der Bauelemente zu erfüllen, müssen die Schäden an internen Bauelementen (durch physische Maßnahmen wie stabilere Schaltschränke) kontrolliert oder durch den Einsatz strombegrenzender Überstromschutzgeräte reduziert werden. In vielen Fällen reichen herkömmliche Zweigstrom-Leistungsschalter und ein paar schwächere strombegrenzende Sicherungen unter Umständen nicht aus, um einen angemessenen Schutz zu erzielen. Das kann dazu führen, dass sehr schwache strombegrenzende Überstromschutzgeräte mit Halbleitersicherungen (superflinke Sicherungen) als effektivster Überstromschutz verwendet werden. Die Sicherheitsanforderungen können je nach PS-Bereich und den typischen Modellen von Antrieben mit einstellbarer Drehzahl in diesem Bereich variieren.

Produktlösungen für den Kurzschlussschutz bei Antrieben mit einstellbarer Drehzahl finden Sie in Anhang 3.

Chapter 4 Equipment for General Use

Article 440 Air-Conditioning and Refrigeration Equipment
Part I. General

440.4 Marking on Hermetic Refrigerant Motor-Compressors and Equipment
440.4(B) Multimotor and Combination-Load Equipment

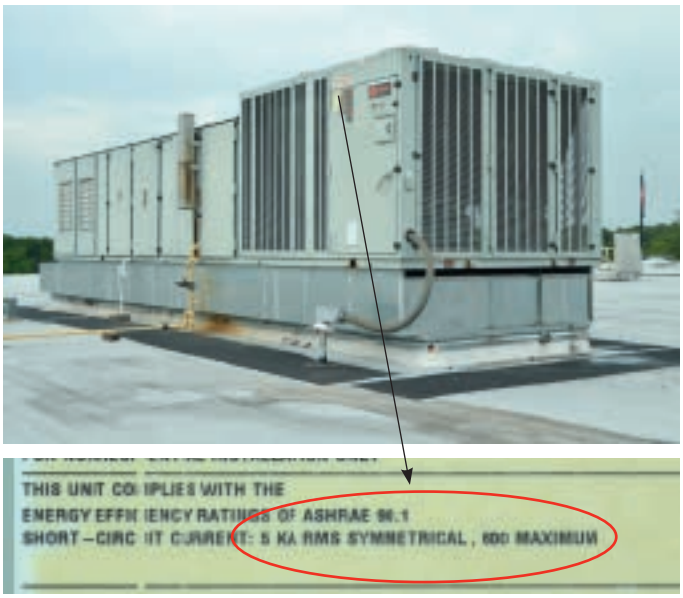
ÜBERARBEITUNG

Bedeutung der Änderung

Diese Änderung betrifft hermetische mehrmotorige Verdichter und Verdichter mit Lastenkombination mit einem Nennstrom von höchstens 60 A.

- In den bisherigen NEC-Ausgaben war die Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit (SCCR – Short-Circuit Current Rating) auf dem Typenschild dieser Vorrichtungen nicht vorgesehen. Diese Ausnahmeregelung wurde aufgehoben.
- Jetzt muss auf dem Typenschild dieser Vorrichtung die jeweilige Kurzschlussfestigkeit vermerkt sein, genauso wie im Falle aller anderen Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlagen nach 440.4(B).

Die Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit auf dem Typenschild nach 440.4(B) geht mit 440.10(A) und 440.10(B) einher.



HLK-Geräte, deren möglicher Kurzschlussstrom höher als die Kurzschlussfestigkeit ist, dürfen nicht installiert werden. Die Anlage aus dem oberen Beispiel widerspricht bei Installation „HVAC Rooftop – North" (HLK-Dachinstallation – Nord), wie in Abbildung 3 dokumentiert, der Vorgabe.

Zugehörige NEC-Abschnitte

- 110.10

Eine ausführliche Erörterung der Kurzschlussfestigkeit finden Sie auf den Seiten 4 bis 7, entsprechende Ressourcen auf Seiten 24 bis 25 und eine Liste der Produkte auf Seiten 26 bis 27.

440.10 Short-Circuit Current Rating
440.10(A) Installation and 440.10(B) Documentation

NEU

Bedeutung der Erweiterung

440.4(B) schreibt bereits (mit einigen Ausnahmen) vor, dass an der Kälte- und Klimatisierungstechnik sowie an Mehrmotorengeräten und Vorrichtungen mit Lastkombination die Kurzschlussfestigkeit vermerkt wird.

Wenn auf der Vorrichtung die Kurzschlussfestigkeit gekennzeichnet sein muss:

- 440.10(B) – neu: Der mögliche Kurzschlussstrom muss berechnet, dokumentiert und dem Inspektor unter Angabe des Berechnungsdatums vorgelegt werden.
- 440.10(A) – neu: Die Vorrichtung darf nicht installiert werden, wenn die Kurzschlussfestigkeit größer als oder gleich dem möglichen Kurzschlussstrom ist (siehe Abbildung 3).

In den technischen Daten, die dem OEM-Hersteller des HLK-Geräts bereitgestellt werden, muss die mindestens erforderliche Kurzschlussfestigkeit aufgeführt sein.

Wenn ein Beratungsingenieur zurate gezogen wird, muss die Kommunikation zwischen der elektrotechnischen und maschinenbautechnischen Abteilung koordiniert werden, damit die mindestens zulässige Kurzschlussfestigkeit höher als der mögliche Kurzschlussstrom ist.

Summary of Short-Circuit Current Study for Ernest Operations, Inc., January, 23, 2017	
By Fred Byrd The calculations are on the pages following this summary table	
Equipment Designation	Available Short-Circuit Current amps rms sym.
Service Equipment	45,340
Motor Control Center 1	30,600
Motor Control Center 2	26,780
Distribution Panel - North	15,345
Distribution Panel - South	36,070
Industrial Control Panel 1	16,290
HVAC Rooftop — North	13,700
HVAC Rooftop — South	9,980
Panelboard 1	17,460
Panelboard 2	8,440
Panelboard 3	15,050
Panelboard 4	36,745

Abbildung 3: In diesen Daten ist der mögliche Kurzschlussstrom für HLK – Nord dokumentiert. Die Kurzschlussfestigkeit muss größer als oder gleich dem möglichen Kurzschlussstrom sein.

Zu beachten:

- Alle hermetischen Motorverdichter und Vorrichtungen, die 440.4(B) unterliegen, erfordern auf dem Hersteller-Typenschild einen Vermerk der Kurzschlussfestigkeit, ebenso wie Vorrichtungen mit einer maximalen Nennstromstärke von 60 A.
- Möglicher Kurzschlussstrom und Dokumentation werden dem Inspektor vorgelegt.
- Eine Vorrichtung, deren Kurzschlussfestigkeit höher als der mögliche Kurzschlussstrom ist, darf nicht installiert bzw. nicht für die Installation freigegeben werden.

Chapter 6 Special Equipment

Article 620 Elevators, Dumbwaiters, Escalators, Moving Walks, Platform Lifts, and Stairway Chairlifts

NEU

Part II. Conductors
620.16 Short-Circuit Current Rating

Part VI. Disconnecting Means and Control
620.51 Disconnecting Means
620.51(D)(2) Available Short-Circuit Current Field Marking

Bedeutung der Erweiterungen

Dank dieser neuen Vorschriften können Inspektoren schneller überprüfen, ob die an der Steuerungselektronik des Aufzugs angegebene Kurzschlussfestigkeit im Hinblick auf den möglichen Kurzschlussstrom hoch genug ist.

- 620.16(A): Hersteller müssen die Kurzschlussfestigkeit an der Steuerungselektronik des Aufzugs kenntlich machen. Die Kurzschlussfestigkeit kann von einer Montageprodukt-Standardliste oder -Standardkennzeichnung oder anhand einer zugelassenen Analysemethode (UL 508A, Anhang SB) hergeleitet werden.
- 620.51(D): An der Steuerungselektronik eines Aufzugs müssen ab jetzt immer der maximal mögliche Kurzschlussstrom sowie das Datum der Berechnung dieses Werts vermerkt werden.
- 620.16(B): Wenn die an der Aufzugsteuerungselektronik angegebene Kurzschlussfestigkeit nicht gleich dem oder größer als der mögliche Kurzschlussstrom ist, darf die Steuerungselektronik nicht installiert werden.
- Da die Kurzschlussfestigkeit und der mögliche Kurzschlussstrom an der Aufzugsteuerungselektronik aufgeführt sind, kann der Inspektor schnell feststellen, ob die Vorschrift eingehalten wird.

Derjenige, der für die Spezifikationen oder für die Bestellung der Aufzugsteuerungselektronik zuständig ist, muss dem Lieferanten der Vorrichtung die mindestens erforderliche Kurzschlussfestigkeit für die jeweilige Installation mitteilen. Dafür muss der mögliche Kurzschlussstrom bekannt sein. Lieferanten der Aufzugsteuerungselektronik müssen beim Kunden die laut Spezifikationen mindestens erforderliche Kurzschlussfestigkeit anfordern.

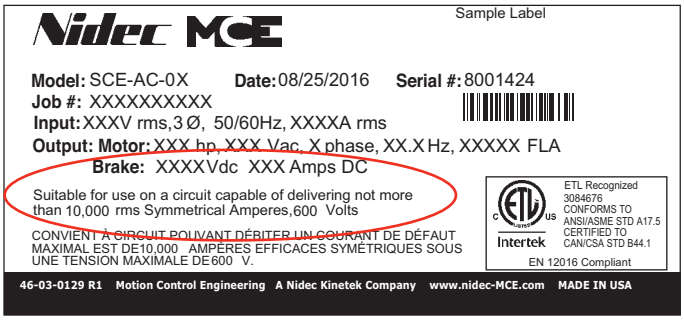
Wenn sich der mögliche Kurzschlussstrom geändert hat, muss die Kennzeichnung nach 620.51(D)(2) geändert werden. Danach muss sichergestellt werden, dass die Kurzschlussfestigkeit der Vorrichtung nicht niedriger als der mögliche Kurzschlussstrom ist.

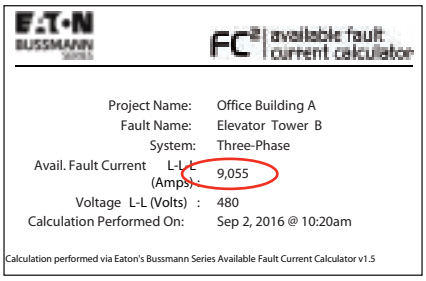
Änderungen am elektrischen Verteilungssystem können den möglichen Kurzschlussstrom erhöhen, wenn ein höherer kVA-Wert vorliegt oder ein Transformator mit verhältnismäßig geringerer Impedanz installiert wird oder wenn die elektrischen Leitungen auf dem Gelände geändert werden.

Zugehörige NEC-Abschnitte

- 110.10

Eine ausführliche Erörterung der Kurzschlussfestigkeit finden Sie auf den Seiten 4 bis 7, entsprechende Ressourcen auf Seiten 24 bis 25 und eine Liste der Produkte auf Seiten 26 bis 27.





An der Aufzugssteuerungselektronik befindet sich ein Herstellertypenschild, auf dem eine Kurzschlussfestigkeit von 10 kA angegeben ist. Der mögliche Kurzschlussstrom von 9055 A ist ebenfalls vermerkt.

Foto: MCE

Zu beachten:

- Auf dem Hersteller-Typenschild der Aufzugsteuerelektronik ist die Kurzschlussfestigkeit vermerkt.
- An der Steuerungselektronik sind standardmäßig der mögliche Kurzschlussstrom und die die Berechnung unterstützende Dokumentation vermerkt.
- Die Kurzschlussfestigkeit an der Steuerungselektronik muss gleich dem oder größer als der angegebene mögliche Kurzschlussstrom sein.

Article 670 Industry Machinery
670.5 Short-Circuit Current Rating
670.5(2)

NEU

Bedeutung der Erweiterung

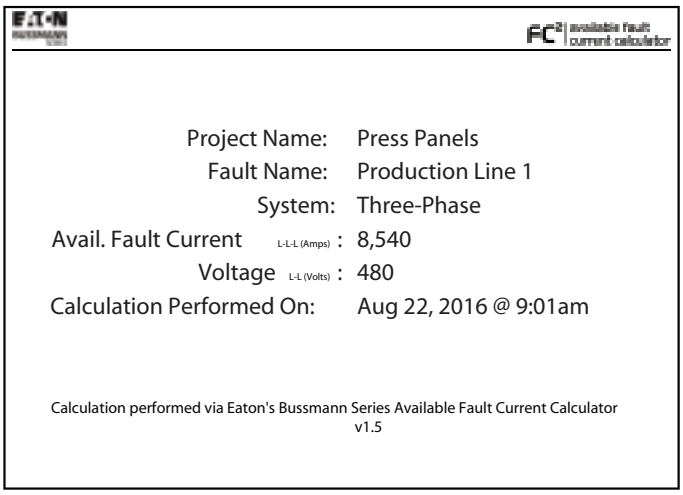
Die neue Vorschrift 670.5(2) bezieht sich auf 670.3(A)(4) und 670.5(1).

- Nach der bestehenden Vorschrift 670.3(A)(4) muss auf dem Typenschild einer Industriemaschine die Kurzschlussfestigkeit (SCCR – Short-Circuit Current Rating) der Anlage gekennzeichnet sein. Das Typenschild muss deutlich sichtbar am Schaltschrank oder an der Maschine angebracht sein.
- Nach der neuen Vorschrift 670.5(2) müssen alle Maschinen einen Vermerk des möglichen Kurzschlussstroms und das Datum der Berechnung aufweisen. Es ist ratsam, diese Kennzeichnung neben dem Typenschild des Herstellers anzubringen, auf dem die Kurzschlussfestigkeit aufgeführt ist.
- Wenn die Kurzschlussfestigkeit einer Maschine niedriger als der mögliche Kurzschlussstrom ist, darf die Maschine nach 670.5(1) nicht installiert werden; die zuständige Behörde darf die Installation dieser Maschine nicht genehmigen.

Die Vorgabe in 670.5(2) sowie die Vorgaben von 670.3(A)(4) und 670.5(1) dienen den zuständigen Behörden zur einfacheren Durchsetzung der Vorschrift.

Bei einigen Industriemaschineninstallationen ist kein staatlicher Inspektor beteiligt. In diesem Fall übernimmt eine andere Person, z. B. der Eigentümer der Anlage, die Verantwortung für die Inspektion (siehe NEC-Artikel 100, Definition der zuständigen Behörde (Authority Having Jurisdiction, AHJ) und Informationsblatt). Gleiches gilt, wenn eine industrielle Anlage innerhalb einer Einrichtung umgestellt oder in einer anderen Einrichtung aufgestellt wird und kein staatlicher Inspektor involviert ist. Die Durchsetzung dieser Vorschriften – 670.5(2), 670.3(A)(4) und 670.5(1) – ist von tragender Bedeutung für den Brand- und Personenschutz in der jeweiligen Einrichtung und in der Umgebung der Anlage.

Bei dieser Maschine ist an der Steuerungselektronik im Schaltschrank das Typenschild mit dem Vermerk der Kurzschlussfestigkeit von 50 kA angebracht. Der mögliche Kurzschlussstrom ist standardmäßig außen am Schaltschrank gekennzeichnet.



E·T·N BUSSMANN SERIES

FC² available fault current calculator

Project Name:	Press Panels
Fault Name:	Production Line 1
System:	Three-Phase
Avail. Fault Current L-L-L (Amps) :	8,540
Voltage L-L (Volts) :	480
Calculation Performed On:	Aug 22, 2016 @ 9:01am

Calculation performed via Eaton's Bussmann Series Available Fault Current Calculator v1.5

Zu beachten:

- Auf dem Typenschild an der Steuerungselektronik einer industriellen Maschine oder an der Maschine selbst ist die Kurzschlussfestigkeit deutlich gekennzeichnet.
- An der Industriemaschine sind standardmäßig der mögliche Kurzschlussstrom und das Datum der Berechnung dieses Werts vermerkt.
- Die Kurzschlussfestigkeit an der Steuerungselektronik der Industriemaschine ist gleich dem oder größer als der angegebene mögliche Kurzschlussstrom.

Zugehörige NEC-Abschnitte

- 110.10
- 670.3(A)(4)

Eine ausführliche Erörterung der Kurzschlussfestigkeit finden Sie auf den Seiten 4 bis 7, entsprechende Ressourcen auf Seiten 24 bis 25 und eine Liste der Produkte auf Seiten 26 bis 27.

Chapter 7 Special Conditions

Article 700 Emergency Systems
Part I. General
700.5 Transfer Equipment
700.5 (E) Documentation

NEU

Bedeutung der Erweiterung

Die Kurzschlussfestigkeit (SCCR – Short-Circuit Current Rating) von Notsystem-Transfervorrichtungen muss immer außen an der Vorrichtung vermerkt sein. Auf diese Weise kann der Inspektor schneller überprüfen, ob die Kurzschlussfestigkeit gleich dem oder größer als der mögliche Kurzschlussstrom ist und ob damit die Vorgabe nach 110.10 erfüllt ist.

Hintergrund

Ein automatischer Netzumschalter (ATS) für Notsysteme ist ein wichtiges Bauelement zum Schalten zwischen normaler und Notstromversorgung. Ein ATS nach UL 1008 für Transferschaltervorrichtungen verfügt häufig über mehrere Angaben zu möglichen Kurzschlussfestigkeitsleveln, die im Inneren der Einheit gekennzeichnet sind. Inspektoren fällt es in solchen Fällen schwer, diese Angaben zu entziffern oder gar den Kurzschlussfestigkeitslevel für eine bestimmte Installation zu ermitteln.

Auf einem ATS vermerkte Kurzschlussfestigkeitswerte können je nach Spannung und Überstromschutzgerät, Amperewert, Einstellungen und Eigenschaften variieren. Das Überstromschutzgerät, das den Kurzschlussfestigkeitslevel des ATS bestimmt, kann im ATS integriert sein. Häufig ist sie jedoch der ATS-Vorrichtung vorgeschaltet. Bei bestimmten Installationen ist unter Umständen nicht zu erkennen, welcher der vielen Kurzschlussfestigkeitswerte gilt und welcher Wert sich auf den symmetrischen Effektivstrom (kA) für die jeweilige Installation bezieht. Diese Kennzeichnung muss außen an der Transfervorrichtung angebracht werden, um die Inspektion zu erleichtern.

Nach NEC 110.10 muss die Kurzschlussfestigkeit der Transfervorrichtung gleich dem oder größer als der mögliche Kurzschlussstrom sein. Zur Optimierung des Vorgangs kann der Inspektor die Dokumentation zum möglichen Kurzschlussstrom anfordern, um die Einhaltung von NEC 110.3(B) und 110.10 sicherzustellen.

UL 1008 hat eine spezielle Nomenklatur der Kurzschlussfestigkeit. Folgende Informationen umfassen die Kennzeichnungen der Kurzschlussfestigkeit an einem ATS (siehe auch Kennzeichnungsbeispiel auf der nächsten Seite).

Nomenklatur der Kurzschlussfestigkeit gemäß UL 1008

In der Nomenklatur der Kurzschlussfestigkeit in UL 1008, die für die Kennzeichnung von ATS für Notsysteme verwendet wird, werden Begriffe wie „short-circuit withstand and closing rating“ (Kurzschluss-Stehvermögen und -Schließvermögen), „short-time current rating“ (Nennkurzzeitstrom) und ähnliche Ausdrücke verwendet. Für „short-circuit withstand and closing rating“ wird häufig der kürzere Ausdruck „withstand and closing rating“ (Steh- und Schließvermögen), abgekürzt WCR, verwendet. Die WCR-Angaben sind bei der Bewertung von ATS-Überstromschutzgeräten zu berücksichtigen. Dabei handelt es sich entweder um einen Leistungsschalter mit Sofortauslösung (selbst bei Kurzzeitverzögerung) oder um strombegrenzende Sicherungen.

Der Nennkurzzeitstrom wird herangezogen, wenn ein ATS für den Schutz durch Leistungsschalter mit Kurzzeitverzögerung (ohne Sofortauslösung) geprüft wird und die Abschaltdauer gezielt um beispielsweise 0,1, 0,3 oder 0,5 Sekunden verzögert wird. In manchen Anwendungen kommen Leistungsschalter mit Kurzzeitverzögerung zum Einsatz, um eine selektive Koordination mit nachgeschalteten Leistungsschaltern zu erreichen. Wenn jedoch ein Leistungsschalter mit gezielt gewählter Kurzzeitverzögerung (ohne Sofortauslösung) einen ATS schützt, muss der ATS dem Fehlerstrom für die festgelegte Verzögerungsdauer standhalten. Daher ist die Kurzschlussfestigkeit des ATS im Hinblick auf den Nennkurzzeitstrom normalerweise niedriger als bei einem ATS, der durch einen Leistungsschalter mit Sofortauslösung geschützt wird.

Beispiel für eine Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit einer Notsystem-Transfervorrichtung

Zugehörige NEC-Abschnitte

- 110.10
- 701.5(D)
- 702.5
- 708.24(E))

Eine ausführliche Erörterung der Kurzschlussfestigkeit finden Sie auf den Seiten 4 bis 7, entsprechende Ressourcen auf Seiten 24 bis 25 und eine Liste der Produkte auf Seiten 26 bis 27.

Article 700 Emergency Systems
Part I. General
700.5 Transfer Equipment
700.5 (E) Documentation

NEU

Bei einem ATS können mehrere Kurzschlussfestigkeitslevels vom Hersteller angegeben werden. In Abbildung 4 auf der nächsten Seite ist eine Herstellerkennzeichnung zu sehen, in der die Kurzschlussfestigkeit für vier Überstromschutztypen und die Nutzungsanmerkungen aufgeführt sind. Achten Sie in allen Fällen auf die Maximalspannung.

1. **Ein bestimmter Leistungsschalter und Typ des Herstellers:**
   Hersteller, Typ (Modellnummer) und Amperewert müssen deutlich angegeben werden, z. B. Eaton, CLD, 600 A. Beachten Sie die Nennspannungsgrenzen des Leistungsschalters und den Unterbrechungsnennwert.
2. **Kurzschluss-Stehvermögen und -Schließvermögen mit einem Leistungsschalter:**
   Ein Leistungsschalter kann verwendet werden, wenn dieser eine Sofortauslösung mit einer maximalen Abschaltzeit hat, die gleich der oder größer als die Zeitdauer ist, die auf dem ATS angegeben wird. Dazu zählt ein Leistungsschalter, der zusätzlich zu einer Sofortauslösung eine Kurzzeitverzögerung hat. Beachten Sie die Nennspannungsgrenzen des Leistungsschalters und den Unterbrechungsnennwert.

Hauptschalterbausätze von Eaton mit Türkupplungsgriffen stellen die Anforderungen der NFPA 79 nach einer deliberate Action (bewusste, zusätzliche Handlung) sicher.

3. **Nennkurzzeitstrom mit Leistungsschalter:**
   Es können alle Leistungsschalter mit einer Kurzzeitverzögerung (ohne Sofortauslösung) verwendet werden, wenn die Kurzzeitverzögerung des Leistungsschalters gleich der oder kleiner als die Zeitdauer eingestellt ist, die am ATS vermerkt ist. Beachten Sie die Nennspannungsgrenzen des Leistungsschalters und das Stehvermögen bei Kurzzeitverzögerung.

Zu beachten:

- Die für die jeweilige Installation (Spannung, Überstromschutzgerät, Amperewert, Einstellung usw.) geltende Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit durch den Hersteller wird bei Notsystem-Transfervorrichtungen außen am Gehäuse angebracht.
- Die Kurzschlussfestigkeit der Vorrichtung muss gleich dem oder größer als der mögliche Kurzschlussstrom sein.

4. **Kurzschluss-Stehvermögen und -Schließvermögen mit Sicherungen:**
   Sicherungen aus einer bestimmten UL-Klasse können dann verwendet werden, wenn der maximale Amperewert auf der Kennzeichnung nicht überschritten wird. Beachten Sie die Nennspannungsgrenzen der Sicherung. Das Schaltvermögen einer Sicherung ist in der Regel gleich dem oder größer als die angegebene Kurzschlussfestigkeit. In den meisten Fällen führt eine strombegrenzende Sicherung zum Schutz eines ATS zum Steh- und Schließvermögen von 200 kA. Die selektive Koordination mit vor- oder nachgeschalteten Sicherungen ist zudem einfach, wenn die richtigen Sicherungen angegeben und eingesetzt werden, die die veröffentlichten Ampereverhältniswerte bei der selektiven Koordination der Sicherungen erfüllen.

Chapter 7 Special Conditions

Article 700 Emergency Systems
Part I. General
700.5 Transfer Equipment
700.5 (E) Documentation

NEU

Specific Circuit Breaker Manufacturer and Type Listing

When protected by a circuit breaker of the specific manufacturer type and ampere rating as marked below, this transfer switch is suitable for use in circuits capable of delivering the short-circuit current at the maximum voltage marked.

Short-Circuit Current (RMS Symmetrical amperes X 1000)	Voltage (Volts AC Maximum)	Manufacturer	Type	Rating (Ampere)
65	480	EATON Corp.	NZMH3	600
35	480	EATON Corp.	NZMN3	600
35	600	EATON Corp.	NZMH3	600

1. **Ein bestimmter Leistungsschalter und Typ des Herstellers (mit Sofortauslösung):**
Der Hersteller und Typ des zugelassenen Leistungsschalters muss auf der Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit deutlich angegeben werden.

Beispiel: Wenn der Leistungsschalter NZMH3, 600 A von Eaton, in einem 480-V-System verwendet wird, muss außen Folgendes vermerkt werden: „Short-Circuit Current Rating 65 kA rms symmetrical at 480 V" (Short-Circuit Current Rating 65 kA symmetrischer Effektivstrom bei 480 V).

Short-Circuit Withstand/Closing and Short-Time Current Rating

When protected by a circuit breaker, this transfer switch is suitable for use in a circuit capable of delivering the short-circuit current for the maximum time duration and voltage as marked below.

The circuit breaker must include an instantaneous trip response unless the available short-circuit current is less than or equal to the short-time rating of the transfer switch and the circuit breaker includes a short-time response.

The maximum clearing time of the instantaneous trip response must be less than or equal to the time duration shown for the marked short-circuit current.

When protected by a circuit breaker with a short-time trip response, the short-time response of the circuit breaker must be coordinated with the short-time current rating of the transfer switch as marked below.

Short-Circuit Current (RMS Symmetrical amperes X 1000)	Voltage (Volts AC Maximum)	Time Duration (Sec. Maximum)
50	480	0.050
42	600	0.050
35	480	0.067

2. **Kurzschluss-Stehvermögen und -Schließvermögen mit einem Leistungsschalter:**
Ein Leistungsschalter mit Sofortauflösung muss eine maximale Abschaltdauer haben, die gleich der oder niedriger ist als der Wert in Spalte *Time Duration*.

Beispiel: Wenn bei einem 480-V-System der ausgewählte Leistungsschalter eine Sofortauslösung hat, die den Kurzschlussstrom nach maximal 0,05 Sekunden unterbricht, muss außen Folgendes vermerkt werden: „Short-Circuit Current Rating 50 kA rms symmetrical at 480 V" (Short-Circuit Current Rating 50 kA symmetrischer Effektivstrom bei 480 V).

Short-Time Current (RMS Symmetrical amperes X 1000)	Voltage (Volts AC Maximum)	Time Duration (Sec. Maximum)
20	480	0.5

3. **Nennkurzzeitstrom mit Leistungsschalter:**
Es können alle Leistungsschalter mit einer Kurzzeitverzögerung verwendet werden, wenn die Kurzzeitverzögerung des Leistungsschalters gleich der oder kleiner als die Zeitdauer unter *Time Duration* eingestellt ist.

Beispiel: Wenn ein Leistungsschalter der Baugröße 600 A (Auslösung)/800 A mit einer Kurzzeitverzögerung von 0,5 Sekunden verwendet wird, muss außen Folgendes vermerkt werden: „Short-Circuit Current Rating 20 kA rms symmetrical at 480 V" (Short-Circuit Current Rating 20 kA symmetrischer Effektivstrom bei 480 V).

Short-Circuit Withstand/Closing Rating When Protected by Fuses

When protected by a fuse of the specific fuse class and maximum ampere rating as marked below, this transfer switch is suitable for use in a circuit capable of delivering the short-circuit current at the maximum voltage marked.

Short-Circuit Current (RMS Symmetrical amperes X 1000)	Voltage (Volts AC Maximum)	Fuse Class	Rating (Ampere)
200	600	J	600
200	600	L	800

4. **Kurzschluss-Stehvermögen und -Schließvermögen mit Sicherungen:**
Es können Sicherungen aus einer bestimmten Klasse (Class) verwendet werden, die den maximalen Amperewert auf der Kennzeichnung nicht überschreiten.

Beispiel: Wenn Sicherungen der Bussmann-Serie, Class J, LPJ-600SP (600 A/600 V), verwendet werden, kann außen an der Vorrichtung Folgendes vermerkt werden: „Short-Circuit Current Rating 200 kA rms symmetrical at 480 V" (Short-Circuit Current Rating 200 kA symmetrischer Effektivstrom bei 480 V).

Abbildung 4 Schematische ATS-Kennzeichnung. In den meisten Fällen sind auf einer ATS-Kennzeichnung viele mögliche Kurzschlussfestigkeiten aufgeführt. Für eine bestimmte Installation ist nur eine zu berücksichtigen.

Hinweise:

- Überprüfen Sie, ob die Leistungsschalter das angemessene Schaltvermögen oder das erforderliche Kurzzeit-Stehvermögen und die passende Nennspannung haben. Die meisten strombegrenzenden Sicherungen haben ein Schaltvermögen von mindestens 200 kA.
- Die selektive Koordination von vor- oder nachgeschalteten Sicherungen ist einfach umzusetzen, wenn die im System verwendeten Sicherungen aus der Bussmann-Serie Low-Peak sind und das Amperewertverhältnis zwischen den jeweils vor- und nachgeschalteten Sicherungen bei mindestens 2:1 liegt.

Chapter 7 Special Conditions

Article 701 Legally Required Standby Systems
Part I. General
701.5 Transfer Equipment
701.5(D) Documentation

NEU

Bedeutung der Erweiterung

Bei Transfervorrichtungen mit gesetzlich vorgeschriebenen Reservesystemen muss die Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit für eine bestimmte Installation außen am Gehäuse angebracht werden. Diese Änderung erleichtert es den Inspektoren, zu prüfen, ob die Kurzschlussfestigkeit den gesetzlich vorgeschriebenen Reservesystemen entspricht. Weitere Informationen finden Sie in dieser Publikation unter 700.5(E).

Zugehörige NEC-Abschnitte

110.10

700.5(E)

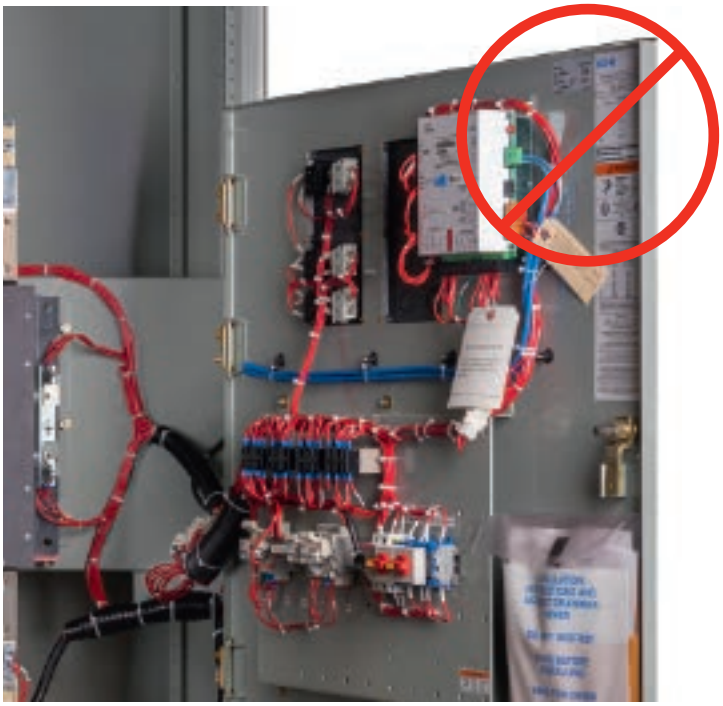
702.5

708.24(E)

Eine ausführliche Erörterung der Kurzschlussfestigkeit finden Sie auf den Seiten 4 bis 7, entsprechende Ressourcen auf Seiten 23 bis 25 und eine Liste der Produkte auf Seiten 26 bis 27.

Zu beachten:

- Die für die jeweilige Installation (Spannung, Überstromschutzgerät, Amperewert, Einstellung usw.) geltende Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit durch den Hersteller wird bei Transfervorrichtungen mit gesetzlich vorgeschriebenen Reservesystemen außen am Gehäuse angebracht.
- Die Kurzschlussfestigkeit der Transfervorrichtung muss gleich dem oder größer als der mögliche Kurzschlussstrom sein.



Die Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit einer Notsystem-Transfervorrichtung für eine bestimmte Installation muss außen am Gehäuse angebracht werden, nicht im Inneren. Das Typenschild mit der Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit durch den Hersteller befindet sich im Inneren.

Chapter 7 Special Conditions

Article 702 Optional Standby Systems
Part I. General
702.5 Transfer Equipment

ÜBERARBEITUNG

Bedeutung der Änderung

Die Kurzschlussfestigkeit für optionale Reservesystem-Transfervorrichtungen muss immer außen am Gehäuse vermerkt sein. Diese Änderung erleichtert es den Inspektoren, zu prüfen, ob die Kurzschlussfestigkeit für optionale Reservesysteme der Vorschrift 110.10 entspricht.

Die geänderte Vorschrift für optionale Reservesysteme ist vergleichbar mit der neuen Vorschrift für Notsysteme. Weitere Informationen finden Sie in dieser Publikation unter 700.5(E).

In manchen Fällen kann es sich bei einem Transferschalter für ein optionales Reservesystem um einen ATS (automatischer Transferschalter) handeln, der für Notsysteme zugelassen ist. Die Transferschalter für optionale Reservesysteme müssen jedoch nicht automatisch sein und müssen auch nicht für Notsysteme zugelassen sein. Für Transfervorrichtungen können andere Umschaltvorrichtungen verwendet werden, z. B. Wechselschalter und Verriegelungsleistungsschalter.

Die Vorschrift UL 98 Enclosed and Dead-Front Switches (Schalter im Gehäuse und berührungssichere Schalter) bezieht sich auf Wechselschalter und die Vorschrift UL 67 Panelboards (Verteilertafeln) bezieht sich auf Schalttafeln mit Verriegelungsleistungsschaltern. Die Kurzschlussfestigkeit lässt sich bei diesen Vorrichtungen leichter ermitteln als bei Transfervorrichtungen für Notsysteme.

Zugehörige NEC-Abschnitte

110.10

701.5(D)

702.5

708.24(E)

Eine ausführliche Erörterung der Kurzschlussfestigkeit finden Sie auf den Seiten 4 bis 7, entsprechende Ressourcen auf Seiten 24 bis 25 und eine Liste der Produkte auf Seiten 26 bis 27.

Zu beachten:

- Die für die jeweilige Installation (Spannung, Überstromschutzgerät, Amperewert, Einstellung usw.) geltende Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit durch den Hersteller wird bei Transfervorrichtungen mit optionalen Reservesystemen außen am Gehäuse angebracht.
- Die Kurzschlussfestigkeit der Vorrichtung muss gleich dem oder größer als der mögliche Kurzschlussstrom sein.

Chapter 7 Special Conditions

Article 708 Critical Operation Power Systems
Part III. Power Sources and Connection
708.24 Transfer Equipment
708.24(E) Documentation

NEU

Bedeutung der Erweiterung

Bei Transfervorrichtungen mit einem wichtigen Betriebsstromnetz (Critical Operation Power System, COPS) muss die Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit für eine bestimmte Installation außen am Gehäuse angebracht werden. Diese Ergänzung erleichtert es den Inspektoren, zu prüfen, ob die Kurzschlussfestigkeit der Transfervorrichtung mit COPS entspricht. Weitere Informationen finden Sie in dieser Publikation unter 700.5(E).

Zugehörige NEC-Abschnitte

110.10

700.5(E)

701.5(E)

702.5

Eine ausführliche Erörterung der Kurzschlussfestigkeit finden Sie auf den Seiten 4 bis 7, entsprechende Ressourcen auf Seiten 23 bis 25 und eine Liste der Produkte auf Seiten 26 bis 27.

Produktlösungen für den ATS-Schutz

Die Wahl des richtigen Überstromschutzgeräts, das im elektrischen Verteilungssystem installiert wird und zum Schutz von einem ATS dient, ist von entscheidender Bedeutung. Im Fall von Notsystemen, gesetzlich vorgeschriebenen Reservesystemen und COPS müssen die Überstromschutzgeräte dem ATS einen Kurzschlussschutz bieten. Die vor- und nachgeschalteten Sicherungen werden selektiv koordiniert und es muss ein angemessener Schaltvermögen vorliegen.

Das ist mit den Bussmann Low-Peak™ Sicherungen einfach zu erfüllen:

- Low-Peak Sicherungen haben einen Schaltvermögen von 300 kA*.
- Wenn ein ATS durch Low-Peak Sicherungen geschützt wird, wird am ATS eine Kurzschlussfestigkeit von 200 kA vermerkt.
- Low-Peak Sicherungen sind vor- und nachgeschaltet und werden selektiv koordiniert, mit einem Amperewertverhältnis von nur 2:1.

* LP-CC mit 200 kA Nennstrom.

LPJ-_SP

600 V AC, 1 bis 600 A Zeitverzögerung Class J

Ideal für Halter, Blöcke und Schalter der Class J

CUBEFuse

600 V AC, 1 bis 100 A Zeitverzögerung Class CF

Kompakt, fingersicher

KRP-C_SP

600 V AC, 601 bis 6000 A Zeitverzögerung Class L

Bei bis zu 800-A-Modellen: ideal für Halter, Blöcke und Schalter der Class L

LPN-RK-_SP

250 V AC, 1 bis 600 A Zeitverzögerung Class RK1

Ideal für Halter, Blöcke und Schalter der Class R

LPS-RK_SP

600 V AC, 1 bis 600 A Zeitverzögerung Class RK1

Ideal für Halter, Blöcke und Schalter der Class R

LP-CC

600 V AC, bis zu 30 A Zeitverzögerung Class CC

Kleine Größe, ideal für Halter, Blöcke und Schalter der Class CC

Zu beachten:

- Die für die jeweilige Installation (Spannung, Überstromschutzgerät, Amperewert, Einstellung usw.) geltende Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit durch den Hersteller wird bei Transfervorrichtungen mit COPS außen am Gehäuse angebracht.
- Die angegebene Kennzeichnung der Kurzschlussfestigkeit der Transfervorrichtung muss gleich dem oder größer als der mögliche Kurzschlussstrom sein.

Annex 1

Practical approaches to determining available short-circuit current

Der mögliche Kurzschlussstrom muss ermittelt werden, um die Einhaltung des Codes zu erzielen. Die Bestimmung des möglichen Kurzschlussstroms einer Anlage erfolgt am besten vor oder zum Zeitpunkt der Installation der elektrischen Verteilertafeln und Schalttafeln oder im Rahmen einer Störlichtbogenanalyse. Wenn keine Analyse durchgeführt wurde, muss der mögliche Kurzschlussstrom den Modelldaten entnommen werden oder am Installationsstandort ermittelt werden. Diese Daten können je nach Installationsstandort und Anordnung des elektrischen Verteilungssystems schwer zu erfassen sein.

Mithilfe einiger praktischer Methoden können jedoch minimale bis sehr detaillierte Daten ermittelt werden. Der Code schreibt vor, dass die Kurzschlussfestigkeit der Anlage mindestens gleich dem, jedoch nicht kleiner als der mögliche Kurzschlussstrom ist. Daher genügt eine schnelle und einfache Berechnung, um den vorsichtigen (hohe Schätzung) Wert des möglichen Kurzschlussstroms zu bestimmen. In manchen Fällen ist es von Vorteil, eine Methode mit minimalem Aufwand anzuwenden, um einen vorsichtigen Wert zu erhalten, als eine Methode zur Bestimmung eines Werts, der näher am tatsächlichen Wert liegt.

Zum Ermitteln des möglichen Kurzschlussstroms kann jede der folgenden Methoden (einfach bis anspruchsvoll) angewendet werden.

Nutzen Sie die Daten aus einer vorhandenen Untersuchung zu möglichem Kurzschlussstrom

- Idealerweise gehen aus einer bereits durchgeführten Untersuchung die Aufstellungsorte in der Anlage hervor, wo die Geräte aufgebaut werden müssen. Die Untersuchung kann zur Dokumentation des möglichen Kurzschlussstroms als Orientierungshilfe genutzt werden. In den Fällen, in denen eine Markierung erforderlich ist, können die Angaben der Untersuchung zur Erstellung der erforderlichen Gerätekennzeichnungen verwendet werden. Falls eine bereits durchgeführte Untersuchung verwendet wird, ist es wichtig sicherzustellen, dass im System nach Durchführung der Untersuchung keine Änderungen vorgenommen worden sind, die zu einer Änderung des errechneten möglichen Kurzschlussstroms führen würden. Zudem sollte beachtet werden, dass die Berechnungen des möglichen Kurzschlussstroms oft nur unter der Verteilertafelebene ermittelt werden und nicht weiter nachgelagert sind. In diesen Situationen ist der von der Verteilertafel errechnete Wert als konservativer Wert zu nutzen, da der tatsächlich mögliche Kurzschlussstrom aufgrund der Leiterimpedanz niedriger sein wird.
  - Vorteil: Keine Berechnung erforderlich.
  - Ergebniswert: Der am tatsächlichen Wert nächstgelegene oder nahegelegene Wert, wenn bei der Untersuchung keine Stellen ausgewertet wurden, die der Verteilertafel nachgelagert sind.
  - Berücksichtigungen: Stellen Sie sicher, dass nach Durchführung der Untersuchung keine Änderungen vorgenommen worden sind.

Führen Sie eine einfache Berechnung basierend auf den nächstgelegenen Werten des Vorschalttransformators durch.

- Die erforderlichen Informationen (Größe/kVA, Sekundärspannung, Phase, Kurzschlussspannung) können dem Typenschild des Transformators entnommen werden. Der Vorteil dieses Ansatzes ist die vereinfachte Berechnung, bei der ein unbegrenzter möglicher Kurzschlussstrom auf der Primärseite des Transformators angenommen und die Wirkung der Leiter auf der Sekundärseite vernachlässigt wird. Wenn das Gerät dieser Anforderung an die Kurzschlussfestigkeit entspricht, kann es wieder an einem beliebigen Punkt dem Transformator nachgelagert werden.
  - Vorteil: Einfache Berechnung anhand leicht zugänglicher Informationen und flexible Möglichkeit zur Änderung der Aufstellungssorte der Geräte.
  - Ergebniswert: Stark konservativ, da er auf den möglichen Kurzschlussstrom auf der Sekundärseite des Transformators basiert. Der tatsächlich mögliche Kurzschlussstrom ist niedriger als dieser Wert.

Durchführung einer detaillierten Berechnung

- Dieser Ansatz erfordert die gleichen Informationen wie der vorherige einfache Berechnungsansatz, jedoch sind auch Angaben zu den einzelnen Leitern zwischen dem Transformator sowie zum Aufstellungsort der Geräte erforderlich. Wenn es sich bei dem Leiter um einen Draht handelt, dann sind Angaben zur Größe, zur Länge, zum Material, zur Anzahl pro Phase sowie zum Leitungstyp des Leiters erforderlich. Bei Schienenverteilertyp-Leitern sind zusätzlich Angaben zur Strombelastbarkeit, zum Material, zur Länge sowie zum Typ erforderlich.
  - Vorteil: Es ist der genaueste Ansatz, bietet im Vergleich zu den anderen Ansätzen den niedrigsten möglichen Kurzschlussstromwert und verringert die erforderliche Kurzschlussfestigkeit von Geräten.
  - Ergebniswert: Am genausten, da er dem tatsächlich möglichen Kurzschlussstrom am nächsten liegt.

Zur weiteren Vereinfachung der Berechnung des möglichen Kurzschlussstroms bietet Eaton ein kostenloses Tool namens *FC² Fehlerstromrechner der Bussmann-Serie*. Weitere Informationen finden Sie im Ressourcenbereich.

Das Paul P. Gubany Center for High Power Technology der Eaton Bussmann Division ist die größte Einrichtung zum Testen und Zertifizieren der Kurzschlussfestigkeit von Geräten und Komponenten in der Elektrobranche. Zwecks Erfüllung der Testanforderungen für ANCE, ANSI, CE, CSA, ETL, IEC und UL werden hier elektrische Tests mit dreiphasigen Kurzschlussströmen mit 300.000 A und bis zu 600 V durchgeführt.

Annex 2

Best practices for SCCR requirements during various project stages

Diese Tabelle enthält „Richtbeispiele optimaler Praxis“, die auf Projekte für neue Gebäude, auf das Ergänzen von Geräten auf bereits bestehenden Gebäuden oder aber auf die Umstellung von Gerätekomponenten innerhalb oder zwischen Anlagen Anwendung finden.

Richtbeispiele optimaler Praxis für die Anforderungen an die Kurzschlussfestigkeit während verschiedener Projektphasen

Projektphase	Richtbeispiele optimaler Praxis

Design
- Stellen Sie für alle elektrischen Geräte den möglichen Kurzschlussstrom fest.
	- Der verantwortliche Planer des elektrischen Verteilungssystems stellt die möglichen Kurzschlussströme fest.
	- Der verantwortliche Planer des elektrischen Verteilungssystems teilt die möglichen Kurzschlussströme allen Verantwortlichen zur Spezifikation der unterschiedlichen Typen elektrischer Geräte mit, wie z. B.:
	  - Switchgear, switchboard, power distribution panelboard, panelboards, MCCs, etc.
	  - HVAC equipment
	  - Industrial control panels
	  - Industrial machinery
	  - Elevator controller
	  - Automatic Transfer Switch equipment (ATSs)
	- Die Verantwortlichen für die Bestimmung der unterschiedlichen Typen elektrischer Geräte müssen die erforderlichen Kurzschlussfestigkeiten spezifizieren.
	- Geben Sie eine minimale Kurzschlussfestigkeit für die Geräte an, die überall in der Anlage angemessen sein wird. Der angegebene Level muss hoch genug sein, um gegebenenfalls jeder Umstellung eines Geräts innerhalb der Anlage oder bei Verbesserungen des elektrischen Systems, die einen höheren möglichen Kurzschlussstrom ermöglichen würden, gerecht zu werden.
	- Der verantwortliche Planer des elektrischen Verteilungssystems legt den zuständigen Behörden Pläne mit den möglichen Kurzschlussströmen vor.
	- Der verantwortliche Planer beurteilt die Vorlagen des „Value Engineering“ (Wertanalyse), um sicherzustellen, dass die Kurzschlussfestigkeiten der Geräte angemessen sein werden.
	- Vor der Bestätigung der Designs und Zeichnungen für industrielle Schalttafeln sollten Sie die Kurzschlussfestigkeit durch den Erstausrüster unter Verwendung einer Compliance-Software wie beispielsweise *OSCAR 2.1 der Bussmann-Serie* überprüfen lassen und die entsprechenden Unterlagen vorlegen.

Beschaffung -- Jeder, der für die Bestellung elektrischer Geräte verantwortlich ist, muss die erforderlichen Spezifikationen der Kurzschlussfestigkeit den Geräteherstellern (Erstausrüster/Original Equipment Manufacturer, OEM) mitteilen.	- Für Erstausrüster stellt der mögliche Kurzschlussstrom oder die Kurzschlussfestigkeit eine erforderliche Spezifikation der Informationen dar, die der Kunde vorlegen muss. - Mit Erstausrüstern, die die gleichen Lösungen mit unterschiedlichen Bemessungen der Kurzschlussfestigkeitswerte anbieten, kann man in Bezug auf die Anwendung ordnungsgemäß bemessener Geräte in einer effektiven und dabei möglichst kostengünstigen Weise arbeiten. - Der Einfachheit halber und zur Erzielung eines Wettbewerbsvorteils sollten Erstausrüster ihre Geräte mit hohen Kurzschlussfestigkeiten von beispielsweise 65 kA oder 100 kA ausstatten.
Installation - Installieren Sie keine elektrischen Geräte, wenn die Kurzschlussfestigkeit nicht dem möglichen Kurzschlussstrom entspricht oder höher ist. - Kennzeichnen Sie, falls erforderlich, den möglichen Kurzschlussstrom. - Kennzeichnen Sie die Kurzschlussfestigkeit auf der Außenseite der Übertragungsgeräte.	- Stellen Sie vor der Installation sicher, dass die Kurzschlussfestigkeit gleich oder höher als der mögliche Kurzschlussstrom ist. Wenn die Kurzschlussfestigkeit niedriger als der mögliche Kurzschlussstrom ist, dann fahren Sie mit der Installation nicht fort. Informieren Sie den Verantwortlichen, dass die Kurzschlussfestigkeit unzureichend ist und vor der Installation korrigiert werden muss. Nach der Installation ist es viel schwieriger, eine unzureichende Kurzschlussfestigkeit von Geräten zu korrigieren. - Die Verantwortlichen für Verteilungssysteme stellen sicher, dass die Kurzschlussfestigkeit gleich oder höher als der mögliche Kurzschlussstrom ist. - Wenn sich die Installation für einen Schaltkreis erheblich vom Design unterscheidet, müssen die Verantwortlichen dennoch sicherstellen, dass Kurzschlussfestigkeit der Geräte gleich oder höher als der mögliche Kurzschlussstrom ist. - Wenn die Verantwortlichen „Value Engineering“-Änderungen vorschlagen, müssen Sie sicherstellen, dass die Kurzschlussfestigkeiten der Geräte ausreichend hoch sind.
Inspektion – zuständige Behörde (AHJ – Authority Having Jurisdiction) - Stellen Sie sicher, dass die Kurzschlussfestigkeiten der elektrischen Geräte gleich oder höher als der mögliche Kurzschlussstrom sind. - Überprüfen Sie die Einhaltung der Markierungsanforderungen. - Eine zuständige Behörde ist immer verantwortlich, egal ob es ein Projekt für ein neues Gebäude, die Ergänzung von Geräten an einem bereits vorhandenen elektrischen System oder die Umstellung elektrischer Geräte betrifft.	- Die zuständige Behörde verlangt Planvorlagen mit den möglichen Kurzschlussströmen, damit diese Informationen den Installationsinspekteuren vorliegen. - Die zuständige Behörde stellt sicher, dass die gekennzeichneten Kurzschlussfestigkeiten der Geräte gleich oder höher als der mögliche Kurzschlussstrom sind. - Die zuständige Behörde überprüft, dass die Kurzschlussfestigkeiten der Geräte trotz der „Value Engineering“-Änderungen ausreichend hoch sind.

Annex 3

Product solutions to adjustable speed drive short-circuit protection

Produktlösungen

In der unten stehenden Tabelle werden Überstromschutzgeräte aufgelistet, die auf die erweiterten Sicherheitsanforderungen nach UL 61800-5-1 ausgelegt sind. Gerätehersteller, die Antriebe mit einstellbarer Drehzahl in ihre Komponenten einbauen, sollten sich stets über Änderungen informieren und ihre eigenen Angaben zu Überstromschutzgeräten und Kurzschlussfestigkeit in Kennzeichnungen und Anweisungen aufnehmen. Für ausführlichere Informationen zu Überstromschutzoptionen für Antriebe mit einstellbarer Drehzahl wenden Sie sich bitte an Ihren Feldingenieur der Eaton Bussmann Division.

Hinweis: Installateure und Benutzer müssen sich nach den Anweisungen und Kennzeichnungen des Herstellers richten. Wenn für den Antrieb mit einstellbarer Drehzahl laut Etikett oder Anweisungen eine Sicherung (Sicherungen) eines bestimmten Typs, für einen bestimmten Ampere-Wert oder mit einer bestimmten herstellerseitigen Modellnummer erforderlich ist (sind), dann gelten für die Verwendung dieses Überstromschutzgeräts die Standards NEC 110.3(B) und UL 508C oder UL 61800-5-1.

Adjustable speed drive short-circuit overcurrent protective device suggestions (600 V or less) for UL 61800-5-1*

Adjustable speed drive capacity/type	Preferred [key reason]	Other types
≤ 5 HP	LP-CC or KTK-R (Class CC) [small physical size]	TCF or FCF (Class CF), LPJ, JKS, or DFJ (Class J), JJN/ JJS (Class T) fuses or Type E self-protected starter**
≤ 50 HP	TCF(Class CF), LPJ_SP (Class J) [time-delay for bypass, finger safe disconnects and holders]	FCF (Class CF), JKS (Class J) or Type E self-protected starter**
	JJN/JJS (Class T) fuses: [small size]	
≤ 200 HP	DFJ high speed fuse (Class J) [standard Class J holders and switches]	FW ferrule high speed fuses (UL Recognized)
	CHSF compact high speed fuses (UL Recognized) [compact size]	
> 200 HP	170M square body high speed fuses (UL Recognized) [many mounting configurations]	FW ferrule high speed fuses (UL Recognized)
Servo drive or drive DC output	North American cylindrical high speed fuses (UL Recognized):	IGBT high speed fuses (UL Recognized)

* Alle Sicherungen in dieser Tabelle sind strombegrenzend. Es gibt jedoch verschiedene Maße der Strombegrenzung, was beim Schutz von Antrieben mit einstellbarer Drehzahl unbedingt beachtet werden sollte. Weitere wichtige Faktoren sind etwa verfügbare Ampere-Werte, physikalische Größe, Bedingungen beim Sicherungseinbau, vorhandene Sicherungshalter, -blöcke und -schalter, Fingersicherheit sowie Zeitverzögerung für den Antrieb mit einstellbarer Drehzahl im Bypass-Modus.

** Eigengesicherte Motorstarter des Typs E haben meist einen Slash-Voltage-Höchstwert, etwa 480/277 V.

Produkte

High speed fuses

CHSF

500 V AC/DC, 50 bis 400 A, kompakte High-speed-Sicherungen

Bis zu 48 % weniger Platzbedarf

DFJ*

600 V AC, 1 bis 600 A, Class J

Ideal für Halter, Blöcke und Schalter der Class J

FW

Patronen-sicherung, bis zu 1.000 V AC, 1 bis 100 A

Kleine Größe

Nordamerika

Zylindrische Sicherung, bis zu 1.000 V AC, 1 bis 4.000 A

170M

Sicherungseinsatz, bis zu 2.000 V AC, 10 bis 7.500 A

Höhere Spannung und Leistung

IGBT

Bis zu 1.000 V DC, 25 bis 630 A

Kompakte Größe

* Sicherung Class J für Zweigstromkreis

Branch circuit fuses

LP-CC (zeitverzögernd) und KTK-R (flink)

600 V AC, 0,25 bis 30 A, Class CC

Kleine Größe, ideal für Halter, Blöcke und Schalter der Class CC

CUBEFuse™ zeitverzögernd und flink

600 V AC, 1 bis 100 A, Class CF

Kompakt, fingersicher

LPJ (zeitverzögernd) und JKS (flink)

600 V AC, 1 bis 600 A, Class J

Ideal für Halter, Blöcke und Schalter der Class J

JJN (300 V AC) und JJS (600 V AC)

1 bis 1.200 A (JJN) und 1 bis 800 A (JJS), Class T

Kompakte Größe

Annex 4

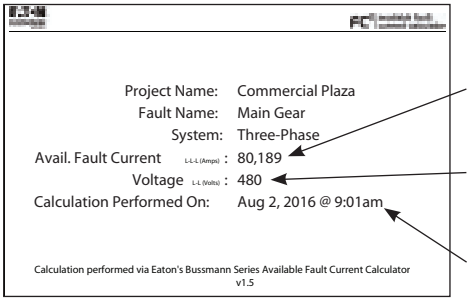
Bussmann series resources to help achieve SCCR compliance

FC² – Bussmann-Rechner für möglichen Fehlerstrom

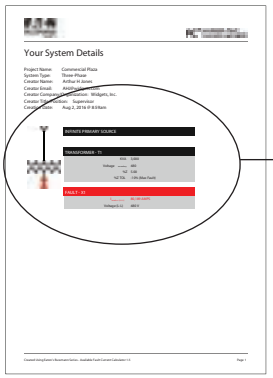
Zur Einhaltung der Vorschriften zur Kurzschlussfestigkeit ist es unerlässlich, den möglichen Kurzschlussstrom zu kennen. Diese kostenfreie Anwendung ist online verfügbar und steht kostenlos als mobile App zum Download bereit. Vorteile von FC²:

- Drei Sprachoptionen: Englisch, Spanisch oder Französisch
- Berechnungen für dreiphasige und einphasige Systeme
- Dokumentation des möglichen Kurzschlussstroms an einem oder mehreren Punkten eines elektrischen Systems
- Erleichterte Einhaltung der Vorschriften zur Kennzeichnung elektrischer Felder: Erstellung von per E-Mail versendbaren Etiketten zur 110.24-Konformität (JPEG- oder PDF-Format)
- Berechnung einschließlich Berechnungsdatum als druckbare Systemdokumentation verfügbar
- Erstellung von Etiketten und Dokumentation in Englisch, Spanisch und Französisch

Besuchen Sie Eaton.com/bussmannseries/FC2 oder laden Sie eine mit Apple® iPhone/iPad- oder Android™-Mobilgeräten kompatible Version über den oben stehenden QR-Code herunter.



Zur Kennzeichnung elektrischer Felder auf Ihren Komponenten können Sie mit FC², dem Rechner für möglichen Kurzschlussstrom von Bussmann, Etiketten erstellen, die den berechneten verfügbaren Kurzschlussstrom ausweisen.



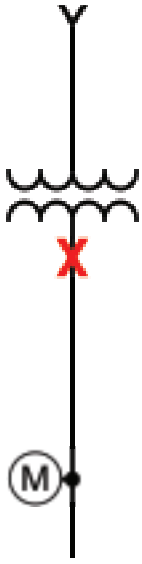
Mit FC² können Sie den möglichen Kurzschlussstrom bestimmen und erhalten eine druckbare Dokumentation dieser Berechnung einschließlich Datum und Systemwerten.

INFINITE PRIMARY SOURCE	

TRANSFORMER - T1	
KVA	3,000
Voltage secondary	480
%Z	5.00
%Z TOL	-10% (Max Fault)

FAULT - X1	
I total s.c. (L-L-L)	80,189 AMPS
Voltage (L-L)	480 V

Der Kurzschlussstrom wird für den Transformator (Sekundärstrom) berechnet. Es wird ein unbegrenzter möglicher Kurzschlussstrom im Primärstromkreis zugrunde gelegt.



INFINITE PRIMARY SOURCE	

TRANSFORMER - T1	
KVA	750
Voltage secondary	480
%Z	5.00
%Z TOL	-10% (Max Fault)

FAULT - X1	
I s.c. (L-L-L)	20,047 AMPS
I s.c. motor cont.	1,804 AMPS
I total s.c. (L-L-L)	21,851 AMPS
Voltage (L-L)	480 V

MOTOR CONTRIBUTION - M1	
MOTOR VOLTAGE	480 V
MOTOR F.L.A.	451 AMPS
MOTOR CONTRIBUTION	1,804 AMPS

Zur Berechnung des möglichen Kurzschlussstroms kann FC² viele Größen des Stromkreises verwenden, u. a. die Motorleistung.

Annex 4

Bussmann series resources to help achieve SCCR compliance

White Paper

Dieses und weitere White Paper finden Sie auf www.eaton.de/export.

Stehen die Eckdaten der neuen Steuerung fest, müssen die richtigen Komponenten ausgewählt werden. Mit dem neuen Handbuch für die Auslegung von Schaltanlagen nach UL 508A wird diese Aufgabe zum Kinderspiel. Alle notwendigen Schaltgeräte sind mit den notwendigen technischen Daten übersichtlich aufgelistet.

Laden Sie sich das Projektierungshandbuch herunter: www.eaton.de/export

Untersuchungen zeigen, dass mehr als die Hälfte aller Maschinenhersteller ihre Produkte für den Nordamerikanischen Markt mit dem minimalen SCCR (Short Circuit Current Rating) von 5 kA auslegen. Mit dem neuen NEC Code, der ab Januar 2017 gültig ist, besteht verstärkt das Risiko, dass diese Maschinen nicht dem neuen Code entsprechen und nicht abgenommen werden. Aufgrund seiner Marktpräsenz in Nordamerika und der IEC Welt besitzt Eaton eine weitreichende Expertise der gültigen Standards. Dieses White Paper erläutert die Standards und gibt Hinweise, wie der SCCR Wert einer Maschine ermittelt und verbessert wird, damit sie für eine weite Spanne an Anschlusswerten geeignet ist. Dies erleichtert den Endkunden die Installation und Abnahme der Maschinen.

Bussmann-Handbuch zur Auswahl von Schutzgeräten

Dieses hilfreiche Handbuch können Sie auf www.cooperbussmann.com/SPD herunterladen.

Dieses umfangreiche Handbuch zum Stromkreisschutz mit mehr als 250 Seiten verwendet einen ganzen Abschnitt auf 110.24, einschließlich Methoden zur Berechnung von Kurzschlussströmen an mehreren Punkten in einphasigen und dreiphasigen Systemen in Punkt-zu-Punkt-Schaltungen.

Für die entsprechende Geräteauswahl stehen Ihnen unsere Vertriebsmitarbeiter hilfreich zur Seite.

Annex 5

Bussmann series products to help achieve SCCR compliance

Beim Erstellen von Steuertafeln kann eine hohe Kurzschlussfestigkeit von Komponenten leicht erzielt werden. Supplement SB für UL 508A ist eine regelbasierte Analysemethode zur Bestimmung der Kurzschlussfestigkeit bei industriellen Steuertafeln. Auf diese umfangreiche Methode kann hier jedoch nicht näher eingegangen werden. Abbildung 5 und Tabelle 3 zeigen fünf Faktoren, die es dieser Methode ermöglichen, eine hohe Kurzschlussfestigkeit bei Steuertafeln zu erreichen. Ausführlichere Erklärungen erhalten Sie bei dem Anwendungssupport-Team oder einem Feldingenieur der Eaton Bussmann Division.

Mit den Produkten der Bussmann-Serie kann eine hohe Kurzschlussfestigkeit erreicht werden. Bussmann bietet Sicherungen mit hohem Unterbrechungsnennwert und hervorragender Strombegrenzung. Außerdem weisen gängige Stromvorrichtungen industrieller Hersteller, wie etwa Motorstarter und -antriebe, in Kombination mit Sicherungen der Bussmann-Serie eine hochgelistete Kurzschlussfestigkeit auf.

Legende zu Abbildung 5

① Überstromschutzgerät im Zweigstromkreis mit hohem Unterbrechungsnennwert
② Zweigstromvorrichtung mit hochgelisteter Kurzschlussfestigkeit in Kombination mit Zweigstrom-Überstromschutzgerät
③ Überstromschutzgerät im Zufuhrstromkreis mit hohem Unterbrechungsnennwert
④ Zufuhrstromvorrichtung mit hochgelisteter Kurzschlussfestigkeit in Kombination mit Zufuhrstrom-Überstromschutzgerät
⑤ Steigerung der Zweigstrom-Kurzschlussfestigkeit mithilfe der Werte des begrenzten Durchlassstroms des Zufuhrstrom-Überstromschutzgeräts, um eine noch höhere Kurzschlussfestigkeit zu erzielen. Der Unterbrechungsnennwert eines Zweigstrom-Überstromschutzgeräts kann nicht mithilfe der Strombegrenzung des Zufuhrstrom-Überstromschutzgeräts erhöht werden. Überstromschutzgeräte mit niedrigem Unterbrechungsnennwert verhindern eine hohe Kurzschlussfestigkeit der Steuertafel.

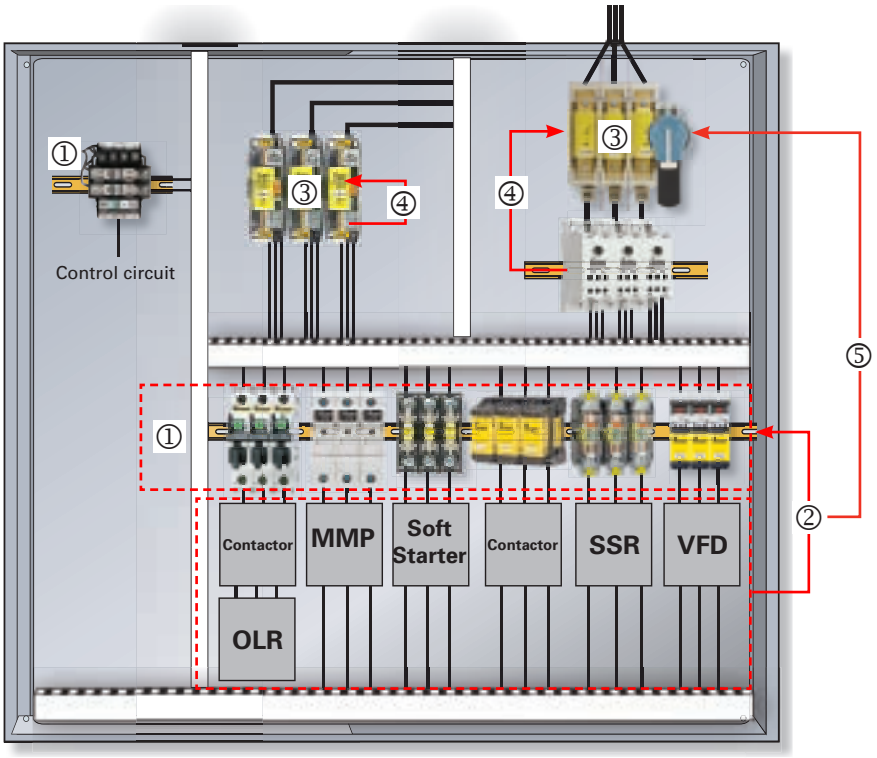


Abbildung 5: Fünf Faktoren für eine höhere Kurzschlussfestigkeit der Steuertafel. Erklärungen siehe Legende.

Hinweis: Die Kurzschlussfestigkeit der Steuertafel kann nicht höher sein als der niedrigste Unterbrechungsnennwert gleich welchen Überstromschutzgeräts, das zum Stromkreis der Steuertafel gehört.

Tabelle 3: Faktoren für eine hohe Kurzschlussfestigkeit bei Steuertafeln

Ort	Faktoren für eine hohe Kurzschlussfestigkeit bei Steuertafeln *	Warum ist das wichtig?	Vorteile von Produkten der Bussmann-Serie
Zweigstromkreise	① Überstromschutzgeräte mit hohem Unterbrechungsnennwert	• Die Kurzschlussfestigkeit der Steuertafel wird durch den niedrigsten Unterbrechungsnennwert der Überstromschutzgeräte begrenzt. • Die Unterbrechungsnennwerte der Überstromschutzgeräte können nicht über eine Strombegrenzung des Zufuhrstrom-Überstromschutzgeräts erhöht werden, wie es für die Kurzschlussfestigkeit im Zweigstrom unten ⑤ möglich ist.	• Sicherungen der Bussmann-Serie haben Unterbrechungsnennwerte von meist 200 kA oder mehr und begrenzen die Kurzschlussfestigkeit der Steuertafel nicht.
	② Vorrichtungen mit hoher geprüfter und gelisteter Kurzschlussfestigkeit	• Bei der Kurzschlussfestigkeits-Analyse der Schalttafel gilt: Die Kurzschlussfestigkeit jedes Zweigstromkreises hängt vom Gerät mit der niedrigsten Kurzschlussfestigkeit ab.	• Zweigstromvorrichtungen sind häufig mit hoher geprüfter und gelisteter Kurzschlussfestigkeit verfügbar, wenn sie durch entsprechende Sicherungen der Bussmann-Serie geschützt werden. Zum Beispiel weist ein Motorstarter mit Bussmann-Sicherung eine Kurzschlussfestigkeit von 100 kA auf. • Zum Schutz von Stromrichtern können gemäß den Anweisungen des Herstellers Highspeed-Sicherungen der Bussmann-Serie erforderlich sein.
Zufuhrstromkreise	③ Überstromschutzgeräte mit hohem Unterbrechungsnennwert	• Die Kurzschlussfestigkeit der Steuertafel wird durch den niedrigsten Unterbrechungsnennwert der Überstromschutzgeräte begrenzt.	• Sicherungen der Bussmann-Serie haben Unterbrechungsnennwerte von meist 200 kA oder mehr und begrenzen die Kurzschlussfestigkeit der Steuertafel nicht.
	④ Tested and listed high SCCR devices.	• Die Kurzschlussfestigkeit eines Gerätes im Zufuhrstromkreis kann durch die strombegrenzenden Eigenschaften des Zufuhrstrom-Überstromschutzgeräts nicht erhöht werden (wie unten bei ⑤ beschrieben).	• Die Stromverteilerblöcke der Bussmann-Serie bieten in Kombination mit entsprechenden Bussmann-Sicherungen eine hohe geprüfte und gelistete Kurzschlussfestigkeit. • Die patentierten Sicherungsblöcke der Bussmann-Serie für Stromverteiler bieten eine hohe gelistete Kurzschlussfestigkeit und reduzieren die Zahl und den Platzbedarf der Komponenten.
	⑤ Listed current-limiting OCPDs.	• Laut Analyse kann der begrenzende Durchlassstrom des Zufuhrstrom-Überstromschutzgeräts die jeweilige Kurzschlussfestigkeit eines Zweigstromkreises stark erhöhen.	• Sicherungen der Bussmann-Serie mit hoher Strombegrenzung können eingesetzt werden, um die Zweigstrom-Kurzschlussfestigkeit stark zu erhöhen und somit eine hohe Kurzschlussfestigkeit bei Steuertafeln leichter zu erreichen.

* Für weitere Informationen siehe Supplement SB, UL 508A

Annex 5

Bussmann series products to help achieve SCCR compliance

① Branch Circuit-Überstromschutzgeräte mit hohem Unterbrechungsnennwert

LPJ-_SP

600 V, 1 bis 600 A
Zeitverzögerung, Class J

Ideal für Halter, Blöcke und Schalter der Class J

CUBEFuse

600 V, 1 bis 100 A
Zeitverzögerung, Class CF

Kompaktes, fingersicheres Design für Halter und Schalter (CCP-_CF)

LP-CC

600 V, bis zu 30 A
Zeitverzögerung, Class CC

Kleine Größe für Halter, Blöcke und Schalter der Class CC

Sicherungen der Bussmann-Serie für den Zweigstromkreis liefern hohe Unterbrechungsnennwerte von bis zu 300 kA.

③ Feeder Circuit-Überstromschutzgeräte mit hohem Unterbrechungsnennwert

KRP-C_SP

600 V, 601 bis 6000 A
Zeitverzögerung, Class L

Ideal für Blöcke und Schalter der Class J

LPJ-_SP

600 V, 1 bis 600 A
Zeitverzögerung, Class J

Ideal für Halter, Blöcke und Schalter der Class J

Sicherungen der Bussmann-Serie für den Zufuhrstromkreis liefern hohe Unterbrechungsnennwerte von bis zu 300 kA.

② Vorrichtungen für den Branch Circuit mit hoher geprüfter und gelisteter Kurzschlussfestigkeit

LP-CC

600 V, bis zu 30 A
Zeitverzögerung, Class CC

Kleine Größe, ideal für Halter, Blöcke und Schalter der Class CC

CUBEFuse

600 V, 1 bis 100 A
Zeitverzögerung, Class CF

Kompaktes, fingersicheres Design für Halter oder Schalter (CCP-_CF)

JJN (300 V) und JJS (600 V)

1 bis 1.200 A (JJN) und 1 bis 800 A (JJS), Class T

DFJ

600 V, 1 bis 600 A
Highspeed-Sicherungen (UL-Class J)

CHSF

500 V, 50 bis 400 A, kompakte Highspeed-Sicherungen

Verwenden Sie Branches, wie etwa Schaltschütze, Sterndreieckstarter, Phasenwächter, Motorstarter, Softstarter, Antriebe mit einstellbarer Drehzahl und Anschlussklemmenblöcke, die in Kombination mit Sicherungen der Bussmann-Serie eine hochgelistete Kurzschlussfestigkeit aufweisen.

CHCC und CH_J

TCF_H

CCP-_-30CC und CCP-_-_CF

UL-gelistete Trennschalter, 200 kA, 600 V, Sicherungen Class CC und CF, bis zu 100 A

BCM603-_

JM60___-_

RDF___-_

Lasttrennschalter, 200 kA, 600 V, für Sicherungen der Class CC, J und L bis zu 800 A

Fingersichere Sicherungshalter und -blöcke erhöhen die elektrische Sicherheit.

④ Vorrichtungen für den Feeder Circuit geprüfter und gelisteter Kurzschlussfestigkeit

PDBFS_

Fingersichere modulare Stromverteilerblöcke bis zu 760 A, 200 kA Kurzschlussfestigkeit, DIN-Schienenmontage, 600 V

PDB_-_

Schalttafeleinbau für Kurzschlussfestigkeit, 200 kA; 600-V-Stromverteilerblöcke, bis zu 760 A

JM600_-_MW_

200 kA Kurzschlussfestigkeit, 600 V, modulare Sicherungsblöcke (Patronen- und Pyramidenblöcke) der Class J für Stromverteiler, bis zu 400 A; optionale Abdeckung für Schutz nach IP20 verfügbar

⑤ Gelistete Überstromschutzgeräte zur Feeder Circuit-Begrenzung

KRP-C_SP

600 V, 601 bis 6000 A Zeitverzögerung, Class L

LPJ-_SP

600 V, 1 bis 600 A Zeitverzögerung, Class J

Durchlasswerte finden Sie in Tabelle SB4.2, UL 508A.

Wir bei Eaton sind angetrieben von Lösungen zur Energieversorgung einer Welt, die immer anspruchsvoller wird. Mit über 100 Jahren Kompetenz im Bereich des Energiemanagements sind wir bereit für die Zukunft. Kernbranchen rund um den Globus vertrauen auf Eaton und auf unsere wegweisenden Produkte, Komplettlösungen und Ingenieursleistungen.

Wir stärken Unternehmen mit zuverlässigen, effizienten und sicheren Energiemanagement-Lösungen. Kombiniert mit unserem persönlichen Service, Support und unserem anspruchsvollen Denken, erfüllen wir bereits heute die Anforderungen von morgen. Mit Energie in die Zukunft. Besuchen Sie **eaton.eu.**

Eaton Electric GmbH
Kunden-Service-Center
Postfach 1880
53105 Bonn
www.eaton.de

Auftragsbearbeitung
Kaufmännische Abwicklung
Direktbezug
Tel. 0228 602-3702
Fax 0228 602-69402
E-Mail: Bestellungen-Bonn@eaton.com

Kaufmännische Abwicklung
Elektrogroßhandel
Tel. 0228 602-3701
Fax 0228 602-69401
E-Mail: Bestellungen-Handel-Bonn@eaton.com

Technik
Technische Auskünfte / Produktberatung
Tel. 0228 602-3704
Fax 0228 602-69404
E-Mail: Technik-Bonn@eaton.com

Anfragen / Angebotserstellung
Tel. 0228 602-3703
Fax 0228 602-69403
E-Mail: Anfragen-Bonn@eaton.com

Qualitätssicherung / Reklamationen
Tel. 0228 602-3705
Fax 0228 602-69405
E-Mail: Qualitaetssicherung-Bonn@eaton.com

Zentrale
Tel. 0228 602-5600
Fax 0228 602-5601

Schweiz
Internet: www.eaton.ch

Lausanne
Eaton Industries II Sàrl
Avenue des Baumettes 13
1020 Renens
Tel. +41 58 458 14 68
Fax +41 58 458 14 69
E-Mail: lausanneswitzerland@eaton.com

Zürich
Eaton Industries II GmbH
Im Langhag 14
8307 Effretikon
Tel. +41 58 458 14 14
Fax +41 58 458 14 88
E-Mail: effretikonswitzerland@eaton.com

Österreich
Internet: www.eaton.at

Wien
Eaton GmbH
Scheydgasse 42
1215 Wien, Austria
Tel. +43 (0)50868-0
Fax: +43 (0)50868-3500
Email: InfoAustria@Eaton.com

After Sales Service
Eaton Industries GmbH
Hein-Moeller-Straße 7-11
53115 Bonn
Tel. +49 (0) 228 602-3640
Fax +49 (0) 228 602-1789
Hotline +49 (0) 1805 223822
E-Mail: AfterSalesEGBonn@Eaton.com
www.eaton.eu/aftersales

Powering Business Worldwide

Eaton Industries GmbH
Hein-Moeller-Str. 7–11
D-53115 Bonn/Germany

© 2016 by Eaton Corporation
Alle Rechte vorbehalten

Bezeichnung: BR134001DE
ip Dezember 2016

Eaton ist ein eingetragenes Warenzeichen der Eaton Corporation.

Alle anderen Warenzeichen sind Eigentum der entsprechenden Eigentümer.