



WELCHE SICHERUNGEN IN EINER RACK-PDU?

SCHLEIFENBAUER

7/2022
627AVMN3356
3P+N+E 400V 50/60Hz
max load 3x32A
s/n SPNL00095587
made in the Netherlands



SCHLEIFENBAUER



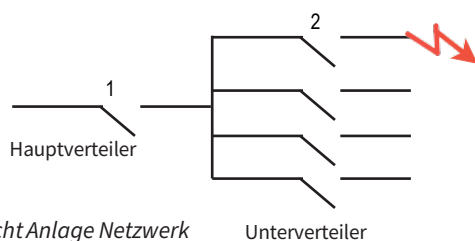
WELCHE ART VON SICHERUNGEN IN EINER RACK-PDU

Über die Notwendigkeit einer Rack PDU (Power Distribution Unit oder Stromverteilereinheit) kursieren viele Theorien. Eine Sicherung ist in jedem Fall per Definition ein „Single Point of Failure“ (zu Deutsch etwa: einzelne Schwachstelle) und daher in einem Rechenzentrum nicht erwünscht. Allerdings gibt es Situationen, in denen eine Sicherung auf jeden Fall benötigt wird, manchmal ist dies sogar vorgeschrieben.

WARUM WIRD GESICHERT?

SICHERHEIT ist der wichtigste Grund: Es wird gesichert, um Brand durch Überlastung oder Kurzschluss zu verhindern. Ein Ausgang in einer Rack PDU muss durch eine Sicherung mit dem maximalen Nennwert dieses Ausgangs gesichert werden. Das bedeutet, dass eine Rack PDU, die an eine 32A Zuführung angeschlossen ist und Ausgänge mit einer maximalen Belastung von 16A (zum Beispiel CEE 7/4 (Schuko) oder IEC 320 C19) hat, mit Sicherungen bis zu 16A geschützt werden muss. 320 IEC C13 ist eine Ausnahme, da ein IEC 320 C13 eine maximale Last von 10A hat. Und da diese in der Regel zu mehreren gruppiert werden, ist es erlaubt, diese auch mit 16A zu sichern. Eine 32A Rack PDU mit drei Phasen, zum Beispiel mit IEC 320 C13 und IEC 320 C19 Ausgängen, hat also mindestens sechs Sicherungen.

DIE ISOLIERUNG VON FEHLERN auf ein bestimmtes Segment ist ein weiterer Grund, um zu sichern. Eine Rack PDU ohne Sicherung wird bei einer Fehlersituation im Ganzen deaktiviert. Eine Rack PDU mit Sicherung kann einen Fehler auf ein begrenztes Segment der Rack PDU isolieren und damit die Kontinuität der anderen Geräte gewährleisten. In einer Netzwerkanlage sind Sicherungen auf verschiedenen Ebenen gebracht (siehe Übersicht unten).



Übersicht Anlage Netzwerk

Unterverteiler

Eine Rack PDU kann man auf die gleiche Weise betrachten. Sie ist oft an einen Stromkreis angeschlossen und hat eine eigene Sicherung (manchmal gemeinsam mit anderen Rack PDUs). Wenn hinter 2 ein Fehler auftritt, ist es wünschenswert, dass nur Sicherung 2 aktiviert wird und nicht Sicherung 1, da dann der Rest der Rack PDU auch ausgeschaltet wird. Dies wird als Selektivität bezeichnet. Dies ist einer der wichtigsten Parameter, dessen Funktion gut verstanden werden muss, um eine Entscheidung über die Verwendung von Sicherungen treffen zu können.

Selektivität ist, wenn eine Sicherung früher als die vorgeschaltete (Haupt-)Sicherung reagiert. Wenn im obigen Fall 2 immer früher als 1 reagiert, sprechen wir von 100% Selektivität von 2 in Bezug auf 1. In der Praxis wird es jedoch so sein, dass 2 in Bezug auf 1 nur bis zu einem gewissen Kurzschlussstrom selektiv ist und darüber hinaus nicht mehr.

GEGEN WAS MÖCHTEN SIE SICHERN?

Es ist gut, sich zuerst die Frage zu stellen, was Sie sichern möchten: Möchten Sie Gefahren durch Überlastung, Kurzschluss oder beides vermeiden? Im Folgenden erläutern wir beide Gefahren, so dass Sie eine gute Wahl treffen können.

ÜBERLASTUNG tritt auf, wenn über einen längeren Zeitraum mehr Stromzufuhr stattfindet, als für die betreffenden Teile zulässig ist. Die Geschwindigkeit, mit der die Sicherung aktiviert wird, hängt von der Art und den Spezifikationen der Sicherung ab. Zum Schutz vor Überbelastung allein empfehlen wir eine thermische Sicherung aus Bimetall. Wenn die Sicherung aktiviert wird, kann diese vom Anwender selbst zurückgesetzt werden, indem der herausgesprungene Schalter eingedrückt wird.

EIN KURZSCHLUSS ist ein direkter Kontakt zwischen der Phase und Null (oder Masse), wodurch ein Strom entsteht, der gleich hoch wie der maximale Kurzschlusswert an dieser Stelle ist. Es ist wichtig zu wissen, wie hoch dieser Wert ist, um eine gute Wahl für eine Sicherheitsvorrichtung treffen zu können. Der Kurzschlussstrom ist nahe an der Quelle am größten (Transformator oder USV) und fällt dann durch Abschwächung und Verluste in der Verkabelung und den Kontaktwiderständen an allen zwischenliegenden Schaltern und Sicherungen ab. Sicherungsschalter bieten Schutz bis zu einem bestimmten maximalen Kurzschlussstrom. Wenn der Kurzschlussstrom hinter einer Sicherheitsvorrichtung (Sicherung) höher als der Wert dieser Sicherheitsvorrichtung ist, entsteht ein Risiko auf Lichtbögen in der Sicherheitsvorrichtung. Dies kann zu einem Brand führen und der Fehlerstrom wird nicht unterbrochen, was höchst unerwünscht ist.



WAS MÜSSEN SIE WISSEN?

Um eine gute Entscheidung zum Thema Sicherungen in Ihrer Rack PDU treffen zu können, müssen Sie sich einiger Dinge bewusst sein. Im Folgenden finden Sie eine Übersicht der Begriffe, die in diesem Entscheidungsprozess verwendet werden sowie kurze Erläuterungen der Begriffe.

SELEKTIVITÄT ist eine der wichtigsten Eigenschaften einer Sicherung. Um die Selektivität zwischen zwei aufeinander folgenden Sicherheitsvorrichtungen zu gewährleisten, wird ein Faktor angewandt.

Zwischen Glassicherungen gilt eine gesetzliche Selektivität von 1,6. Dies bedeutet, dass eine Glassicherung mit 16A in Bezug auf eine Glassicherung mit 32A selektiv ist, nicht aber in Bezug auf eine Glassicherung mit 25A. ($1,6 \times 16$ beträgt 25,6). Die Selektivität zwischen Sicherungsautomaten oder MCBs (Miniature Circuit Breakers) oder die Selektivität in einer gemischten Umgebung ist schwieriger zu bestimmen. Dazu müssen Zeitschaltdiagramme beider Sicherungen so übereinander projiziert werden, dass deutlich wird, welcher Kurzschlussstrom welche Sicherung zuerst aktivieren wird.

32A Automat & 16A automat



32A Automat & 10A automat



32A Automat & 16A Schmelzsicherung

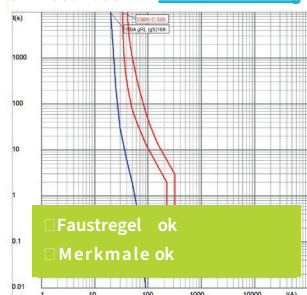


Abbildung:
Zeitschaltdiagramme
beider Sicherungen

Die MCBs sind in der Regel mit einer Angabe der Selektivitätsklasse versehen. Allerdings sagt diese Zahl alleine noch nichts aus. Sie sollten an jeder Stelle im Rechenzentrum eine Berechnung der Kurzschlussströme machen (lassen). Erst dann können Sie, wenn Sie auch die technischen Daten der vorgeschalteten Sicherungen haben, bestimmen, ob eine Sicherung in Hinblick auf den Vorgänger in der Kette selektiv ist. Die Erfahrung zeigt, dass die Kenntnis

über den oben genannten Sachverhalt in der Praxis nicht immer vorhanden ist. Dennoch ist es wichtig zu wissen, welche Folgen ein Kurzschluss hat. Ein Beispiel: eine 32A Rack PDU mit drei Phasen muss mindestens sechs Segmente von 16A enthalten und jedes Segment muss über eine separate Sicherung verfügen. Wenn diese Sicherungen in Bezug auf die übergeordnete Sicherung nicht selektiv sind, wird ein Kurzschluss in einem einzigen Ausgang die Abschaltung des gesamten Rack PDUs zur Folge haben. Ist diese Situation wünschenswert oder nicht?

“ Wir empfehlen Ihnen, von einem Spezialisten eine umfassende Übersicht erstellen zu lassen, die alle Kurzschlussströme beinhaltet.”

KURZSCHLUSSSTROM ist der maximale Strom, der an einem bestimmten Punkt in der elektrischen Anlage erzeugt werden kann. Anfänglich war der Kurzschlussstrom in der Nähe des Transformators oder an der USV um ein Vielfaches höher als der Strom, der in einem Serverrack entstehen konnte. Dies geschieht aufgrund von abschwächenden Einflüssen durch Stromkabel und Übergangswiderstände in der Anlage. Eine Erhöhung von Kurzschlussströmen in einem Serverrack wird durch zunehmende Integration der Verteilung über eine Sammelschiene erreicht. Die Stromschiene mit Nennwerten von 200 bis 1000 A ist jetzt kaum ein Meter vom Serverschrank entfernt. Von Abschwächung ist kaum noch die Rede und Kurzschlussströme von Dutzenden kA (Kilo Ampere) sind keine Ausnahme.

Es gibt Programme, die Kurzschlussströme berechnen können. Wir empfehlen Ihnen, von einem Spezialisten eine umfassende Übersicht erstellen zu lassen, die alle Kurzschlussströme beinhaltet. Dieses Dokument ermöglicht es Ihnen, fundierte Entscheidungen im Bezug auf Sicherungen in einer Rack PDU zu treffen.

AUFGENOMMENE LEISTUNG Eine Sicherung nimmt Leistung auf. Da eine Sicherung immer thermisch reagiert (manchmal auch magnetisch), ist es logisch, dass ein bestimmter Teil der elektrischen Energie dazu verwendet wird, um Wärme zu erzeugen. Gibt es zu viel Wärme (zu hoher Strom), schaltet die Sicherung ab. Die aufgenommene Leistung wird oft durch den Spannungsabfall über eine Sicherung angegeben. Dieser Spannungsabfall, multipliziert mit dem Strom (I), ist die aufgenommene Leistung. Eine Sicherung, die schwer belastet wird (>80% von I nominal), wird drei bis fünf Watt an Leistung aufnehmen. Ein MCB verbraucht etwas weniger Energie als eine Glassicherung. Im Falle von mehreren Sicherungen in einer Rack PDU



(oft mit Thermoschalter) hebt die Anzahl der Sicherungen die niedrigere Stromstärke pro Sicherung mehr oder weniger auf: 10 Sicherungen mit jeweils 1,5A nehmen also etwa die gleiche Menge an Leistung auf wie eine Sicherung mit 15A.

UMGEBUNGSTEMPERATUR Die Umgebungstemperatur hat Einfluss auf die Merkmale einer Sicherung. Je höher die Temperatur ist, desto schneller wird die Sicherung auf eine Überlastung reagieren. Sie müssen dies berücksichtigen, wenn die Rack PDU in der direkten Abluft der IT-Geräte hängt.

MAXIMALE DURCHLASSENERGIE Eine Sicherung lässt noch eine gewisse Energiemenge durch, bevor der Energiestrom unterbrochen wird. Diese Energie ist die Durchlassenergie und wird mit der folgenden Formel berechnet: $I^2 * t$ (Kurzschlussstrom² mal Zeit). Diese Energie muss klein genug sein, dass keine Schäden oder Feuer in den Geräten oder der Verkabelung auftreten können. In der Regel hat eine Glassicherung eine viel niedrigere Durchlassenergie als ein MCB, weil der Schmelzprozess in einer Glassicherung schneller ist als das thermisch-mechanische Verfahren in einem MCB.

KURZSCHLUSSFESTIGKEIT Dieser Begriff gibt an, wie gut eine Sicherungsvorrichtung Kurzschlussströmen standhalten kann. Ein "normaler" MCB hat in der Regel eine Kurzschlussfestigkeit von 6000 A (6 kA). Das bedeutet, dass dieses Gerät bis zu 6000 A abschalten kann. Wenn ein Kurzschlussstrom an diesem Punkt höher als 6 kA ist, besteht die Gefahr von schweren Schäden am MCB, Feuer oder das Auftreten eines permanenten Lichtbogens, der sowohl Strom zur abzweigenden Verkabelung durchlässt als auch mit größter Wahrscheinlichkeit einen Brand zur Folge haben wird. Es ist daher wichtig zu wissen, wie hoch der Kurzschlussstrom an der Stelle sein kann, an der Sie eine Sicherung einsetzen möchten. Thermische Sicherungen haben in der Regel eine höhere Kurzschlussfestigkeit; wenn der Draht geschmolzen wird, entsteht ein großer Abstand zwischen der Phase und den abzweigenden Kabeln. In einer mit Sand gefüllten Sicherung reagiert der schmelzende Silberdraht mit dem Silizium in der Sicherung, wodurch eine Art Glasdraht mit unendlichem Widerstand entsteht.

FLEXIBILITÄT Ein einmal eingebauter MCB oder eine thermische Sicherung kann nicht ausgetauscht werden, ohne die gesamte Rack PDU zu entfernen. Wenn die Sicherung defekt oder abgenutzt ist, muss die Rack PDU daher ausgebaut werden. Eine Glassicherung kann jederzeit ohne Ausbau ausgetauscht werden. Das Risiko hierbei ist, dass diese durch eine Sicherung mit den falschen Werten ersetzt werden könnte. Dieses Risiko besteht bei einer festen Sicherung nicht.

ZUVERLÄSSIGKEIT MCBs und thermische Sicherungen arbeiten gemäß eines mechanischen Prinzips. Die Glassicherung arbeitet auf der Grundlage einer physikalischen und chemischen Reaktion (schmelzen und reagieren). Beide Prinzipien haben Vor- und Nachteile. Der MCB hat mehr als hundert Komponenten, dadurch ist er anfälliger als ein einzelner Silberdraht (aus welcher Legierung auch immer). Unter normalen Umständen hat sich der MCB als zuverlässiges Werkzeug bewährt. Wenn ein MCB jedoch bereits mehreren (3-5) Kurzschlüssen mit hohen Kurzschlussströmen ausgesetzt war, muss er ausgetauscht werden.

Darüber hinaus kann ein MCB auf zwei Arten versagen: durch langen Nichtgebrauch kann es vorkommen, dass er nicht abschaltet, wenn dies nötig ist und es kann vorkommen, dass er nach einer Abschaltung nicht wieder einschaltet. Eine Glassicherung scheint einfacher zu sein. Sie tut es, oder sie tut es nicht ... Allerdings kann eine Glassicherung durch kurze Überspannungen, die kleine Schmelzpunkte im Schmelzmetall erzeugen, geschwächt werden, wodurch sich die Eigenschaften der Sicherung ändern können. Auch hat eine Glassicherung mehr Probleme durch Alterung als eine MCB. Eigentlich sollte eine Glassicherung alle zwei oder drei Jahre ausgetauscht werden.



“Je höher die Temperatur ist, desto schneller wird die Sicherung auf eine Überlastung reagieren. Sie müssen dies berücksichtigen, wenn die Rack PDU in der direkten Abluft der IT-Geräte hängt.”

EINFACHE NUTZUNG Der MCB bietet zweifellos die größte Benutzerfreundlichkeit. Eine Störung ist sofort sichtbar (auch wenn der HandSchalter mit einem Verriegelungsstift versehen ist) und kann nach einer Störung direkt reaktiviert werden.



Ein MCB sollte nach drei bis fünf Kurzschlüssen ersetzt werden. Es sind also Aufzeichnungen erforderlich, aus denen ersichtlich ist, welcher MCB bereits eine Störung hatte. Eine Glassicherung muss nach einer Störung ausgetauscht werden. Der Anwender muss wissen, wo diese aufbewahrt werden. Hierfür muss ein Logistiksystem angelegt werden. Es besteht die Möglichkeit, dass eine Sicherung durch eine andere Sicherung mit falschem Wert ausgetauscht wird, wodurch potenziell gefährliche oder unerwünschte Situationen entstehen können. Eine defekte Sicherung kann ohne jegliche Bedingungen ersetzt werden und der Halter geht nie oder nur selten kaputt. Ein MCB kann dagegen wegen seiner Komplexität kaputtgehen oder "hängen" bleiben, wodurch er nicht mehr schaltet, wenn dies erforderlich ist. Bei einem Fehler in einem MCB muss das gesamte PDU abgeschaltet und repariert werden.

Der Nachteil bei einer Glassicherungshalterung ist, dass Sie eine logistische Prozedur zur Bereitstellung geeigneter Ersatzpatronen einrichten müssen. Dies bietet aber gleichzeitig auch einen Vorteil: Die Charakteristik der Sicherung kann an die Situation angepasst werden. Standardmäßig wird eine gG Sicherung geliefert. Diese bietet eine gute Balance zwischen Trägheit bei Überlastung (Startstrom kann eine Sicherung herauspringen lassen, wenn diese zu schnell reagiert) und schneller Reaktion bei einem Kurzschluss. Eine gR Sicherung ist noch schneller, kann aber manchmal zu Problemen beim Startstrom führen. Der ideale Mittelweg ist, wie so oft, auch der teuerste: gRL. Diese spezielle Sicherung ist träge im Überlastungsbereich (bis zu $3 \times I_n$) und extrem schnell bei Kurzschlüssen.

Wir sehen oft, dass die Charakteristiken eines MCB nicht gut begriffen werden. Die Charakteristik gibt den Wendepunkt an, wann ein Automat sich thermisch und wann er sich magnetisch verhält. Bei einer B-Charakteristik ist der Wendepunkt $3 \times I_n$, bei C ist es $5 \times I_n$ und bei D $10 \times I_n$. Ein 16A Automat mit B-Charakteristik reagiert also bei 50A, als ob ein Kurzschluss erkannt wird und schaltet sich innerhalb weniger Millisekunden ab. Der gleiche Automat mit C-Charakteristik befindet sich bei 50A noch im thermischen Bereich; es kann daher einige Sekunden dauern (siehe Grafik p. 3), bevor der Automat reagiert. Dies kann zum Beispiel ein Startstrom sein, der kurz bis auf 50A ausschlägt und dann wieder auf 10A abfällt. Ein Automat mit B-Charakteristik würde hier abschalten, einer mit C-Charakteristik jedoch nicht. Die Charakteristik eines Automaten wirkt sich somit nur auf die Überlastungsphase (thermisch) und nicht auf die Kurzschlussphase (magnetisch) des Automaten aus. Hier reagieren beide gleich schnell.

“Ein MCB besteht aus mehr als hundert mechanischen Teilen. Das macht ihn anfälliger als eine Glassicherung.”

Diese wiederum hat den Nachteil, dass sie im Laufe der Zeit alterniert und eigentlich (abhängig von der Belastung) alle paar Jahre ersetzt werden muss. Kurz gesagt: die ideale Sicherung besteht (noch) nicht. Zwar gibt es Entwicklungen auf dem Gebiet der elektronischen Sicherheitsschalter, jedoch sind diese noch nicht verfügbar und werden wahrscheinlich viel teurer als die aktuellen Lösungen sein. Um eine gute Wahl treffen zu können, müssen Sie sicherstellen, dass Sie so viele Informationen wie möglich über Ihre Infrastruktur (Kurzschlussströme, Selektivität etc.) zur Verfügung stehen haben und dass Ihnen die Folgen Ihrer Wahl bekannt sind. Die Anzahl der Sicherungen, die Sie verwenden möchten, hängt von mehreren Faktoren ab.



Abbildungen

- 01. Glassicherung
- 02. Thermische Sicherung
- 03. MCB

DE WAHL

Die Wahl eines bestimmten Sicherheitsschalters liegt letztlich in der Verantwortung des Kunden. Mit diesem Dokument möchten wir Ihnen die Information zur Verfügung stellen, die Ihnen eine Entscheidung auf Basis von größerem Fachwissen ermöglicht. Zwei Entscheidungen müssen getroffen werden: welche Sicherung und wie viele? Wenn ein Überlastungsschutz für Sie ausreichend ist, ist eine thermische Sicherung eine gute und kostengünstige Wahl. Damit erfüllen Sie die gesetzlichen Anforderungen im Hinblick auf die Sicherung der Ausgänge. Wenn Sie sowohl gegen Überlastung als auch Kurzschluss schützen wollen, ist die Entscheidung etwas komplexer. Sie haben dann die Wahl zwischen einer Glassicherung oder einem MCB (Leitungsschutzschalter).



Wenn eine 32A Einspeisung vorhanden ist, müssen Sie mindestens zwei 16A Sicherungen verwenden, ansonsten können Sie nur 16A von den 32A verwenden. Aber Sie können sich auch dafür entscheiden mehr als zwei Sicherungen zu verwenden, um die Fehler im System auf die kleinstmögliche Fläche zu begrenzen. Wenn Sie dies auch gegen einen Kurzschluss einsetzen möchten, müssen Sie besonders auf die Selektivität der ausgewählten Sicherung achten. Ein thermischer Breaker zum Beispiel ist bei einem Kurzschluss nicht selektiv. Eine Glassicherung oder ein MCB benötigen beide viel Platz.

“Überbelastung kann in den meisten Fällen durch die Verwendung einer Amperemessung verhindert werden; ein Kurzschluss kann nicht vorhergesagt werden.”



SCHLUSSFOLGERUNG

Wenn Sie gegen Überlastung und/oder Kurzschlüsse sichern möchten, muss die Wahrscheinlichkeit, dass dies geschieht und die entstehenden Kosten, wenn dies geschieht, analysiert werden. Überbelastung kann in den meisten Fällen durch die Verwendung einer Amperemessung verhindert werden; ein Kurzschluss kann nicht vorhergesagt werden. Wenn die Risiken für Sie zu groß sind, müssen Sie Sicherungen verwenden, um Fehler zu minimieren. Eine gute Wahl für die Art der Sicherung kann nur getroffen werden, wenn Sie ein möglichst vollständiges Bild des elektrischen Systems in Ihrem Rechenzentrum haben. Schleifenbauer stellt dann die Rack PDU mit den Sicherungen her, die sich für Ihre Gegebenheiten am besten eignen.

SCHLEIFENBAUER PRODUCTS

Schleifenbauer Products ist ein niederländischer Hersteller von intelligenten Energiezählern für Rechenzentren. Die Rack-PDUs werden nach Kundenspezifikationen in Den Bosch gebaut. Man kann die Konfigurations- und Produktionsprozesse mit Lego® vergleichen: Aus einer begrenzten Anzahl von Bausteinen kann eine unbegrenzte Anzahl von Endprodukten entstehen. Die Rack-PDUs von Schleifenbauer werden an die elektronische Infrastruktur Ihres Rechenzentrums angepasst und nicht die elektrische Infrastruktur an die Rack-PDU. Weitere Informationen finden Sie unter www.schleifenbauer.eu.



SCHLEIFENBAUER
LIVING FOR THE POWER TO DELIVER

