

Leitungsschutzschalter versus elektronisches Selektivitätsmodul

Selektive Überwachung von DC 24-V-Verbraucherabzweigen

Ob robuste elektromechanische Lasten oder hochsensible Elektronik, alle 24-V-Verbraucher werden in modernen Anlagen- und Maschinenbau gemeinsam durch ein einziges geregeltes Schaltnetzteil versorgt. Damit Störungen an einem Verbraucher nicht gleich die gesamte Anlage lahm legen, wird der 24-V-Versorgungsstromkreis auf einzelne Abzweige aufgeteilt und selektiv abgesichert. Hierfür werden oftmals Leitungsschutzschalter (LSS) eingesetzt. In vielen Fällen bieten sie aber keinen verlässlichen Schutz. Das elektronische Selektivitätsmodul hingegen überwacht zuverlässig die 24-V-Abzweige und ermöglicht eine sichere Fehlerdiagnose und minimiert Stillstandszeiten.

Schaltnetzteile schützen sich durch elektronische Ausgangstrombegrenzung

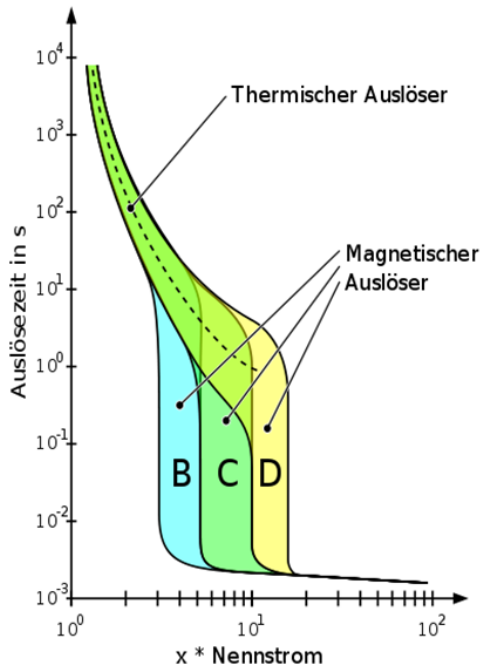
Primär getaktete Schaltnetzteile haben sich zur Versorgung der 24-V-Ebene automatisierter Anlagen längst flächendeckend durchgesetzt und das unregelmäßige Trafonetzteil abgelöst. Die Aufteilung der 24-V-Versorgung auf mehrere Verbrauchergruppen sowie deren Absicherung erfolgt in den meisten Fällen jedoch noch über herkömmliche Leitungsschutzschalter. Schaltnetzteile sind mit ihren Bauteilen auf einen bestimmten Nennwert der Ausgangsleistung dimensioniert. Um die Geräte gegen Schädigung durch Überlastung zu schützen, wird der Ausgangsstrom elektronisch begrenzt. Der Einsatzpunkt der Strombegrenzung liegt hierbei in der Regel beim 1,1- bis zum 1,5-fachen des Nennwertes. Dieser begrenzte Maximalstrom hat auch Auswirkungen auf das Auslöseverhalten von Leitungsschutzschaltern.

Das charakteristische Verhalten von Leitungsschutzschaltern

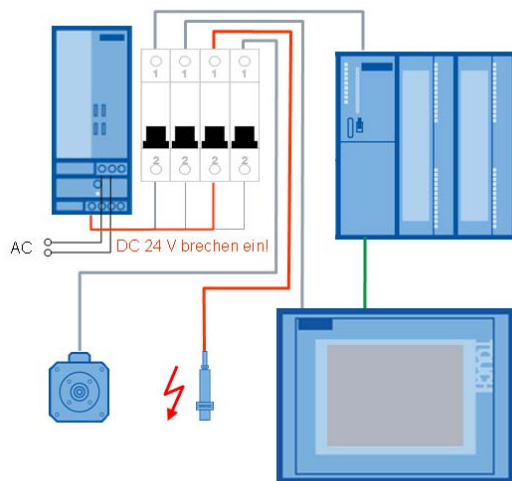
Die Aufgabe von Leitungsschutzschaltern ist der Schutz von Leitungen gegen thermische Schädigung der Isolation durch zu hohe Ströme. Die Auslösekennlinien sind daher den Belastungskennlinien der Leitungen angepasst. Beim Abschaltmechanismus ist zwischen zwei Auslösebereichen zu unterscheiden. Im Bereich kleiner Überströme erfolgt eine zeitlich verzögerte thermische Auslösung durch ein Bimetall. Die Dauer bis zur Auslösung ist dabei abhängig von der Höhe des Überstroms und liegt im Bereich von Minuten bis Stunden. Das Abschalten bei großen Überströmen (Kurzschlüssen) erfolgt hingegen über die elektromagnetische Auslösung. Sie erfolgt im Millisekundenbereich über einen Elektromagneten. Damit die elektromagnetische Auslösung des Leitungsschutzschalters aber nicht schon bei betriebsmäßigen Einschaltstromstößen der angeschlossenen Verbraucher anspricht, gibt es unterschiedliche Empfindlichkeiten, die sich in den verschiedenen Auslösecharakteristiken „A“ bis „D“ widerspiegeln. In allen Fällen wird jedoch ein Mehrfaches des Nennstroms benötigt, damit der Leitungsschutzschalter sehr schnell auslöst.

SITOP Power Supply

Bei einem Leitungsschutzschalter mit Charakteristik C, erfolgt die Auslösung z.B. beim 5- bis 10-fachen Nennstrom. Wobei sich bei Gleichspannung die Grenzstromwerte um den Faktor 1,4 erhöhen. Für die Sofortauslösung muss man zur sicheren Projektierung also den 14-fachen Nennstrom berücksichtigen.



Die schnelle Auslösung ist entscheidend, weil beim Zusammenbruch der 24-V-Versorgung auch die intakten Abzweige unterversorgt werden. Spannungsausfälle ab 20ms sind für die SPS bereits kritisch und führen zur Unterbrechung des Prozesses oder sogar zum Absturz.



Applikationsbeispiel mit selektiver Absicherung über Leitungsschutzschalter:

Bei Überlast begrenzt das Schaltnetzteil den Strom und der Leitungsschutzschalter löst nicht schnell genug aus. Die 24V brechen ein, alle Verbraucher werden unterversorgt, die SPS geht in „stop“.

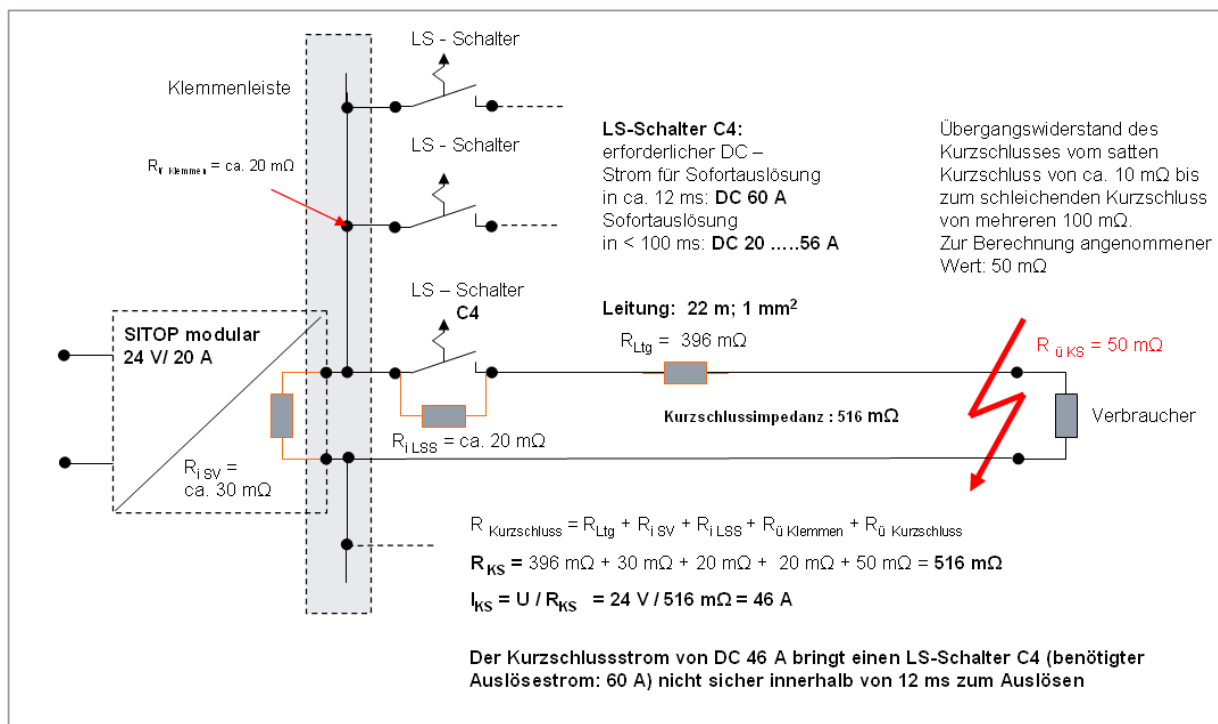
Die Problematik moderner Netzgeräte und herkömmlicher Leitungsschutzschaltern

Durch die elektronische Strombegrenzung des Schaltnetzteils wird der Ausgangsstrom im Überlastfall auf einen beispielhaften Wert des 1,5-fachen Nennstromes limitiert. Bei einem 20A-Gerät entspricht dies z.B. einem Maximalstrom von 30 A. Damit lassen sich allenfalls Leitungsschutzschalter Charakteristik C mit einer Nennstromstärke von bis zu 2 A sicher zum sofortigen Auslösen bringen.

Überdimensionierung ist ein unzureichender Lösungsansatz

Im einfachsten Fall kann ein Auslösen von Leitungsschutzschaltern größerer Nennstromstärke erreicht werden, indem eine Stromversorgung mit höherer Ausgangsleistung eingesetzt wird. Dies verursacht jedoch auch größeren Platzbedarf und höhere Kosten. Zum Teil wird in modernen Stromversorgungen heute auch ein sogenannter „Power-Boost“ integriert. Hierbei ist das Gerät zumindest kurzzeitig in der Lage, einen Ausgangsstrom bis zum 6-fachen des Nennstromes zu liefern.

In der Praxis ist dies jedoch oftmals keine Lösung, weil dieser hohe Ausgangsstrom überhaupt nicht zum fließen kommt. Denn die ohmschen Widerstände der Hin- und Rückleitungen bis zur Fehlerstelle begrenzen den maximal möglichen Strom. Schon bei einer Schleifenimpedanz von nur 0,4 Ohm – das entspricht bei einer Leitung mit einem Querschnitt von 1 mm² einer Entfernung von nur 11 m zwischen Stromversorgung und Verbraucher - kann ein 20-A-Netzteil, das kurzzeitig den 6-fachen Strom (120 A) liefern könnte, mit seiner Ausgangsspannung von 24 V nur noch einen 3-fachen Strom (60 A) durch den Kurzschlusspfad treiben. Mit diesem Strom kann dann maximal ein Leitungsschutzschalter Charakteristik C mit Nennstrom bis 4 A mit Sicherheit sofort ausgelöst werden. Berücksichtigt man allerdings neben dem reinen Leitungswiderstand auch die Innenwiderstände der Stromversorgung und des Leitungsschutzschalters sowie die Übergangswiderstände von Klemmen und des eigentlichen Kurzschlusses, kommen selbst die 60 A nicht mehr zum fließen und ein C4 nicht mehr zum sofortigen auslösen (siehe Applikationsbeispiel auf nächster Seite). Und bei niederohmigeren Fehlern kommt zwar ein höherer Strom zum fließen, mit dem auch größere Leitungsschutzschalter ausgelöst werden können, aber die parallelen Verbraucherzweige erfahren zumindest bis zum Wegschalten des fehlerhaften Pfades einen Spannungseinbruch. Wenn die Abschaltung nicht binnen weniger Millisekunden erfolgt, können weitere elektronische Verbraucher gestört werden. Letztendlich kann mit der Kombination Schaltnetzteil und Leitungsschutzschalter nur in speziellen Fällen unter hohem Projektierungsaufwand eine selektive Abschaltung fehlerhafter Verbraucherzweige Fällen erreicht werden kann.



Applikationsbeispiel mit begrenztem Kurzschluss-Strom:

Der Kurzschluss-Strom wird durch verschiedene ohmsche Widerstände reduziert, weshalb der Strom zur schnellen Auslösung des Leitungsschutzschalters nicht erreicht werden kann, unabhängig von der Leistungsstärke der Stromversorgung

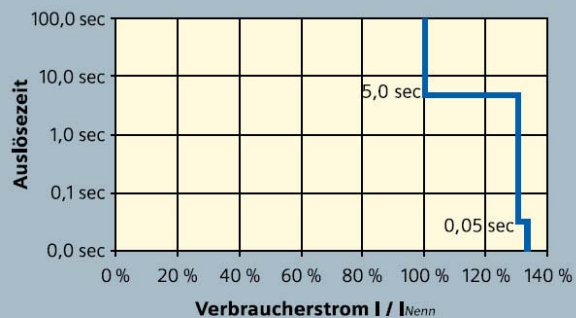
Speziell abgestimmte Abschaltcharakteristik als optimale Lösung

Das Selektivitätsmodul ist speziell auf das Verhalten von Schaltnetzgeräten und den zu versorgenden 24-V-Gleichspannungs-Abzweigen abgestimmt. Mit seiner speziellen Abschaltcharakteristik (siehe rechts) reagiert es auf Überstrom in einem fehlerhaften Abzweig, selbst wenn dieser nur geringfügig über dem Nennstrom liegt. Dadurch lassen sich auch lange dünne Leitungen zuverlässig absichern, bei denen der Kurzschlussstrom durch den hohen ohmschen Widerstand begrenzt ist. Durch diesen Vorteil sind kleinere Leitungsquerschnitte möglich, die gerade bei langen Distanzen zu Einsparungen führen. Neben der Überwachung des Stroms in den einzelnen Abzweigen misst das Selektivitätsmodul auch die Netzteil-Ausgangsspannung. Sinkt sie unter 20 V, kommt es zu einer selektiven Sofortabschaltung aller Ausgänge, die in diesem Moment über 100 % des individuell eingestellten Auslösestroms führen. Für alle nicht überlasteten Abzweige bleibt somit die 24-V-Versorgung ohne störenden Einbruch erhalten – und damit die Möglichkeit des Weiterbetriebs großer Anlagenteile.

Umfangreiche Funktionalität sichert gezielte Fehlerlokalisierung

Der Auslösestrom eines jeden Ausgangs kann individuell mit einem von vorne zugänglichen Potentiometer eingestellt werden. Zur Verfügung stehen zwei Gerätevarianten mit Einstellbereich 0,5-3 A und 3-10 A, um einen möglichst großen Strombereich abzudecken.

Abschaltcharakteristik



Selektivitätsmodul SITOP PSE200U:

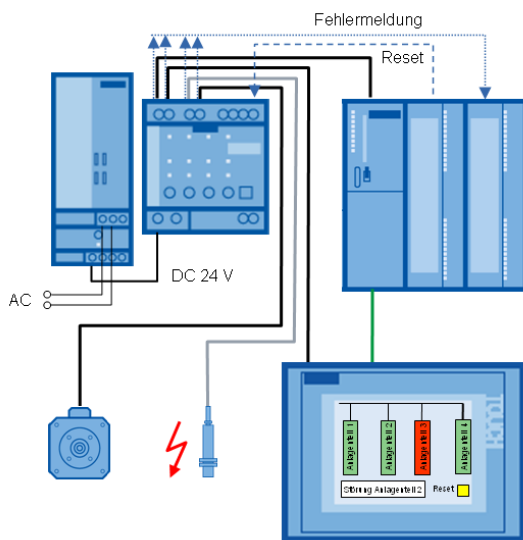
Verhalten bei Strombedarf je Ausgangskreis ...

- von 0 A bis zum Einstellwert ($I/I_{Nenn} = 100 \%$)
 - keine Abschaltung
- vom Einstellwert bis 130 %
 - Abschaltung nach ca. 5 s
- über 130 % vom Einstellwert
 - Strombegrenzung auf ca. 130 % für typ. 50 ms, anschließend Abschaltung
- über Einstellwert bei gleichzeitigem Einbrechen der Versorgungsspannung unter 20 V Sofortabschaltung
 - Sofortabschaltung

Der Zustand der einzelnen Abzweige wird über eine mehrfarbige LED je Kanal signalisiert. Im Falle einer Abschaltung wechselt die Anzeige von grün auf rot und eine Meldung wird über einen Relaiskontakt ausgegeben. Jetzt kann der Fehler vor Ort über den abgeschalteten Abzweig verfolgt und identifiziert werden. Nach der Fehlerbehebung wird der betroffene Pfad über einen Reset-Taster je Kanal wieder zugeschaltet. Über den Reset-Taster lässt sich jeder Kanal auch manuell abschalten um das gezielte Zu- und Wegschalten einzelner Anlagenteile während der Inbetriebnahme zu ermöglichen. Dieser Zustand wird durch eine gelbe LED signalisiert.

Über einen Fern-Reset-Eingang und den Summenmeldekontakt lässt sich das Selektivitätsmodul auch problemlos in den gesamten Überwachungsprozess der Anlage integrieren. Aus Sicherheitsgründen kann das manuelle Reset über Fern-Reset nicht aufgehoben werden.

Eine weitere Option ist das sequentielle Zuschalten der einzelnen Ausgangskanäle. Wählbar sind hierbei Verzögerungszeiten von 25 ms oder 100 ms. Sie verhindern das zeitgleiche Zuschalten vieler angeschlossener Lasten, die die Stromversorgung kurzzeitig überlasten und die 24-V-Spannung beeinflussen würde.



Applikationsbeispiel mit einem Standard-Netzgerät (z.B. SITOP smart) und SITOP PSE200U:

Fehlerhafte Abzweige werden durch das Selektivitätsmodul bei Gefahr eines 24V-Spannungseinbruchs sofort abgeschaltet. Kritische Verbraucher wie z.B. eine SPS werden unterbrechungsfrei weiter versorgt.

Sicherheit/ Funktionalität	Selektivitätsmodul und Standard-Netzgerät
	+ Sicheres Abschalten auch bei geringem Kurzschlussstrom, z.B. wegen langen Leitungen, kleinen Adernquerschnitten, schleichenden Kurzschlüssen
	+ Unterbrechungsfreier Betrieb von elektronischen Verbrauchern wie SPS durch sofortiges Abschalten fehlerhafter Abzweige bei Gefahr eines Spannungseinbruchs
	LS-Schalter und Netzgerät mit Power Boost
	+ Schnelles Abschalten fehlerhafter Abzweige. Voraussetzung: entspr. Dimensionierung des Netzgeräts, LS-Schalter, Leitungslängen- und Querschnitte
	LS-Schalter und Standard-Netzgerät
	Abschalten fehlerhafter Abzweige, längere Auslösezeit und Spannungseinbruch möglich, nur unempfindliche Verbraucher wie elektromechanische Komponenten arbeiten weiter

Einsatzspektrum von Leitungsschutzschaltern und Selektivitätsmodul SITOP PSE200U

Fazit:

Mit dem Selektivitätsmodul SITOP PSE200U wird Selektivität in 24-V-Versorgungstromkreisen zuverlässig erreicht, unerwünschte Rückwirkungen auf die eingesetzte Stromversorgung, resultierend aus Kurzschluss oder Überlast, werden eliminiert. Denn das Selektivitätsmodul überwacht den Strom je Abzweig und verhindert zuverlässig das Einbrechen der Versorgungsspannung. Die Fehlerdiagnose ermöglicht den Betreibern vor Ort am Schaltschrank das schnelle Auffinden der Fehlerquelle, Anlagentotalausfälle werden vermieden, Teilausfälle auf eine kurze Zeitdauer minimiert.