

Schaltnetzteile wirksam gegen Überspannungen schützen

Blitze, Trafos, induktive und kapazitive Lasten, Schaltvorgänge von Motoren sowie defekte elektrische Betriebsmittel erzeugen Überspannung und sind ein Problem für Schaltnetzteile.

FRANK STOCKER *

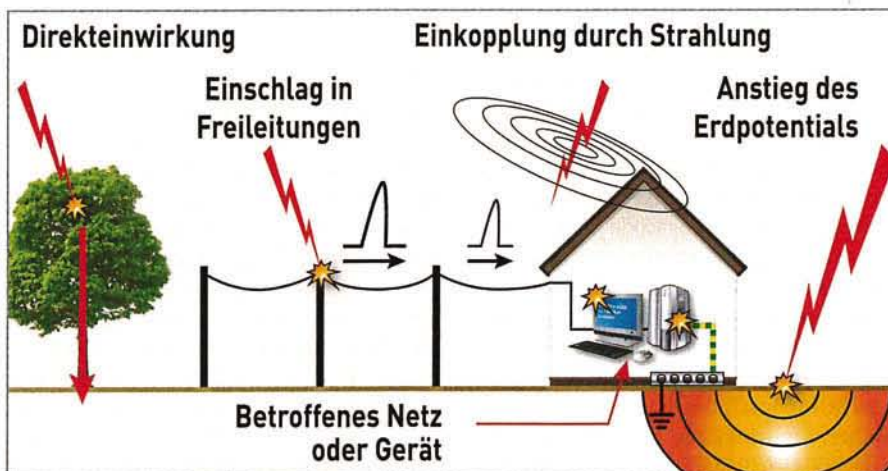


Bild 1: Überspannungsproblematiken durch Blitzschlag.

Transiente Überspannungen, also sehr kurzzeitig auftretende Überspannungen über das Niederspannungsnetz, begleiten uns kontinuierlich und sind praktisch unvermeidbar. Diese Störungen dauern nur wenige Mikrosekunden bis Millisekunden an. Sie können sehr klein sein, und deshalb völlig unbemerkt bleiben, oder aber hoch energetisch ausfallen. Dann beeinflussen oder zerstören sie möglicherweise die Geräte, die an das Versorgungsnetz angeschlossen sind, und stellen im schlimmsten Fall ein Sicherheitsrisiko dar.

Ursächlich sind in der Regel schwere Gewitter. Infolge der Schäden durch Blitzschlag und Überspannungen steigen auch die Ausgaben der Versicherungen. Durch Überspannungsschutzgeräte lassen sich Anlagen und Systeme mit Schaltnetzteilen direkt am Endgerät wirkungsvoll schützen. Überspannungen unterscheiden sich in Amplitude, Dauer

und Frequenz. Bei einem Blitzschlag (Bild 1) fließt zum Zeitpunkt der Entladung ein Impulsstrom mit einem Spitzenwert zwischen 1000 und 200.000 A. Ein Blitzschlag kann durch eine Potenzialanhebung oder induktive Einkopplung Überspannungen von mehreren 10 kV erzeugen. Stoßspannungen, die durch Einschlag in Freileitungen erfolgen, erreichen über die Leitung Geräte in Elektroanlagen. Durch den Einschlag des Blitzes ins Erdreich, der je nach Stromstärke und Erdimpedanz unterschiedlich ausfällt, steigt das Erdpotential an, wodurch elektrische Geräte in einem Radius von bis zu zwei Kilometern beschädigt oder gar zerstört werden können. Zudem führt ein Blitz in Form einer kilometerhohen Antenne mit Impulsströmen von mehreren 10 kA unter Umständen zu starken elektromagnetischen Feldern von mehreren kV/m, die über einen Kilometer weit abstrahlen. Diese Felder induzieren hohe Spannungen und Ströme in Leitungen, die in Elektroanlagen oder deren Nähe verlegt sind.

Deutlich häufiger verursachen Schaltvorgänge beim Energieversorger und in Industrieanlagen, ebenso wie defekte elektrische Betriebsmittel in der Elektroinstallation,

gefährliche Überspannungen. Derartige Überspannungsereignisse bis zu 2 kV treten durchschnittlich einige hundert Mal im Jahr auf. Aber auch größere Ereignisse bis 6 kV können mehrmals im Jahr in Elektroanlagen vorkommen. Aufgrund ihrer Höhe und Häufigkeit sind diese Überspannungen ein Problem für Schaltnetzteile (Bild 2). Problematische Schaltvorgänge in einer Anlage entstehen zum Beispiel beim Betrieb von Motoren, Transformatoren oder generell beim Betrieb großer induktiver sowie großer kapazitiver Lasten durch das Auslösen von Sicherungen und Leitungsschutzschaltern oder aber durch Starter von Leuchtstofflampen.

Zu den Folgen gehören direkte Teil- oder Komplettausfälle von Systemen und Anlagen, z.B. durch Spannungsdurchschläge von Halbleiterübergängen, die Zerstörung von Bonddraht-Anschlüssen oder die Zerstörung von Leiterbahnen. Ebenso können Programmfehler, ein undefinierter Betrieb von Logikgattern, Daten- und Übertragungsfehler oder das Löschen von Speicherinhalten die Folge sein. Auch wenn keine direkte Auswirkung bei auftretenden Überspannungen erkennbar ist, werden die betroffenen Bauelemente, die den Überspannungen ausgesetzt sind, stark gestresst und haben folglich eine verkürzte Lebenserwartung.

Die Herausforderungen bei den Netzteilen

Auch ohne die Berücksichtigung einer möglichen Überspannung ist die Auswahl einer geeigneten Stromversorgung zur Speisung einer Anlage oder eines Systems nicht trivial. Zu beachten sind hier unter anderem die Betriebstemperatur und das komplette Wärmemanagement, um hinsichtlich eines möglichen Deratings eine lange Lebenserwartung zu realisieren. Effizienz und Standby-Verbrauch spielen eine wichtige Rolle, um ein möglichst energiesparendes System aufzubauen, ebenso wie die Beachtung der an-



* Frank Stocker
... ist Field Application Engineer Power Supplies bei Schukat electronic, Monheim am Rhein.

zuwendenden Sicherheits- und EMV-Normen. Ziel ist es schließlich, ein Netzteil mit einer geringen Ausfallwahrscheinlichkeit und einer möglichst hohen Betriebserwartung für die jeweilige Applikation zu finden.

Da bei Schaltnetzteilen ein sehr hoher Anteil an Frühausfällen in den Applikationen transienten Überspannungen geschuldet sind, ist es erforderlich, auch die sogenannte surge capability, also die Fähigkeit des Netzteils den Netztransienten zu widerstehen, zu berücksichtigen.

Wo ein Netzteil in der Elektroinstallation verbaut werden darf, ist je nach Impulsfestigkeit und damit erfüllter Überspannungskategorie festgelegt. Berücksichtigt wird dies in der EN60664-1 (Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen) sowie durch die Auslegung der Luftstrecken in den entsprechenden Sicherheitsnormen für Stromversorgungen. Damit ist zwar das Durchschlagen einer Überspannung bis zu einer definierten Impulsspannung erfasst, jedoch nicht der mögliche elektrische Ausfall oder Defekt der Stromversorgung durch die Überspannung. Eine einzuhaltende Widerstandsfähigkeit

gegen Impulsspannungen ist in der EMV-Immunitätsnorm EN61000-4-5 (Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen) festgelegt.

Aktiver Überspannungsschutz als wirksame Lösung

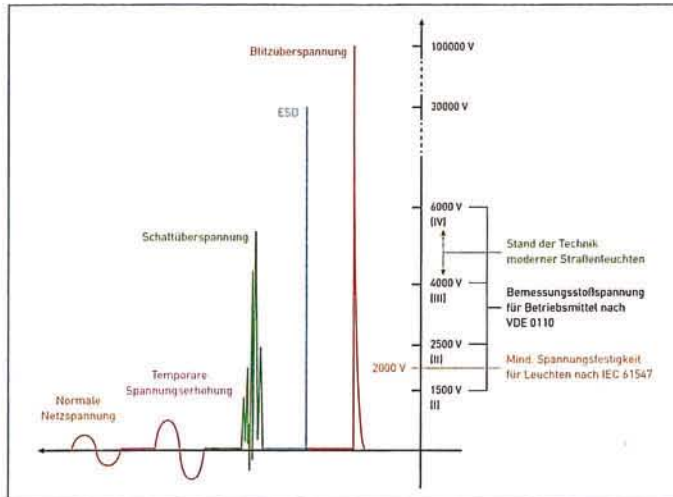
Ein Schaltnetzteil kann die durch Transienten auftretende hohe Impulsenergie oftmals nicht oder nur ungenügend ableiten, obwohl die Stromversorgungshersteller die Spannungsfestigkeit immer weiter erhöht haben (Bild 3). Denn die passive Widerstandsfähigkeit eines Schaltnetzteils ist durch dessen komplexen Aufbau deutlich begrenzt. Zudem unterliegen die in den Netzteilen als Feinschutz verwendeten Ableiter auf Basis von Varistoren permanenten Leckströmen, die über die Zeit und unter bestimmten Bedingungen zu einem vorzeitigen Altern der Komponenten führen können.

Zusätzliche aktive Überspannungsschutzgeräte (SPD, Surge Protective Device) bieten hier eine Lösung, ganz gleich ob in der Elektroinstallation bereits ein Schutzkonzept gegen Überspannungen berücksichtigt wurde oder nicht. Diese sollten möglichst nah an

einem Betriebsmittel installiert sein, um bestens gegen auftretende Störgrößen wirken zu können. Ein guter Überspannungsschutz besitzt einen möglichst niedrigen Schutzpegel von unter 1500 V (bei 230/400 VAC Systemspannung) und eine hohe Ableitfähigkeit.

Bei einem aktiven SPD ist primär nicht die maximal auftretende Spannung entscheidend, sondern die Energie des Störimpulses. So kommt es bei der Auswahl des passenden Überspannungsschutzes auf die Größe der maximalen Energieaufnahme an. Wichtig hierfür sind Typ, Einbausituation und das Risiko für die Anlage oder Personen. Durch die Spannungsbegrenzung des Schutzelements erhält das Endsystem unabhängig von der Impulshöhe einen Schutz vor zu hohen Spannungen. Übersteigt die Impulsenergie die Ableitfähigkeit des Schutzelementes, erfährt dieses eventuell eine Überlastung, das Endsystem ist jedoch durch die sofortige Trennung vom Versorgungsnetz auch in diesem Fall weiterhin geschützt. Aktive SPDs eignen sich durch ihren im Vergleich zu Schaltnetzteilen weniger komplexen Aufbau deutlich besser für höhere Impulsenergien

Bild 2: Mögliche Ursachen für Überspannungen und deren Höhe sowie die Bemessungsstoßspannung nach EN60664-1 / VDE 0110.



(dazu Bild 4 im Online-Artikel 45723320). Sollte der Schutz über das SPD nicht mehr gewährleistet sein, lösen integrierte Trennvorrichtungen aus. Diese haben die Aufgabe, das SPD und je nach Applikation das zu schützende Gerät vom Stromnetz zu trennen sowie über Melde- und Signalvorrichtungen den Status des SPDs zu übermitteln.

Drei SPD-Schutztypen und Anwendungsbeispiele

Um einen optimalen Schutz für empfindliche und hochwertige Anlagen und Systeme zu schaffen gilt es, den Schutzpegel möglichst weit zu begrenzen – und zwar durch den Einbau von SPDs des Typs 1 bis 3, abhängig von der zu erwartenden Überspannung bzw. dem Installationsort. Diese umfassen Blitzstromableiter (Typ 1), kombinierte Blitz- und Überspannungsschutzgeräte zum Ablei-

ten von Blitzströmen und gleichzeitig zum Schutz gegen schnell ansteigende Überspannungen (Typ 1+2+3), Überspannungsschutzgeräte gegen Schaltüberspannungen und Feldeinkopplungen (Typ 2 oder Typ 2+3) sowie Geräteschutz-SPDs für den Mindestschutz (Typ 3).

Normgerechte Überspannungsschutzgeräte sollten nach IEC61643-11 geprüft sein und die Anforderungen der VDE 0100-534 erfüllen. Durch die Neuregelung der Normen DIN VDE 0100-443 und -534 in 2016 gibt es zudem neue Anforderungen, wo und ab wann in einer Neuinstallation oder bei maßgeblichen Änderungen einer bestehenden Installation ein Überspannungsschutz erforderlich ist.

Anwendungen in der Außenbeleuchtung, wie Wege- und Parkplatzbeleuchtung oder Werbebeleuchtung, sind von Natur aus kri-

tisch in Bezug auf Überspannungen. Ebenso treten Überspannungsprobleme bedingt durch Schaltvorgänge in Anwendungen im Innenbereich auf, hier verstärkt im industriellen Umfeld. Ein Überspannungsschutzgerät für die LED-Beleuchtung sollte neben dem Netzanschluss auch einen Schutz für eventuelle Dimm-Leitungen bzw. Bus-Leitungen berücksichtigen. Auch wenn die Hersteller von LED-Netzteilen die minimale Forderung der 2 kV Spannungsfestigkeit für Außenanwendungen nach EN61547 teilweise übertreffen, ist es wichtig, ein Überspannungsschutzgerät zu berücksichtigen. Bei längeren Leitungswegen zur Leuchte oder bei den genannten potenziellen Störern in der Elektroinstallation empfiehlt es sich, auch in der Leuchte oder in unmittelbarer Nähe zu ihr ein SPD für einen wirkungsvollen Schutz zu nutzen (dazu Bild 5 im Online-Artikel 45723320). Viele Leuchtenhersteller sehen bereits zusätzliche SPDs vor oder bieten diese optional an. Durch die Ausrüstung der Elektroinstallation durch SPDs in der Unterverteilung lässt sich in der Gebäudetechnik bereits ein erster Schutz realisieren. Doch dies allein reicht auch hier aufgrund der Leitungslängen und möglichen Störern in der Installation oft nicht aus. Ob bei industriellen, medizinischen oder sonstigen Anwendungen wie auch in der LED-Beleuchtung bietet ein zusätzlicher SPD im Endprodukt den besten Schutz.

Gilt es den Ausfall eines Systems oder dessen Stromversorgung zu vermeiden, weil diese Anlagen eine möglichst lange Betriebszeit erfüllen müssen, oder verursacht die Wartung und Instandhaltung von Anlagen hohe Servicekosten, dann ist es zweckdienlich, ein zusätzliches SPD direkt im oder unmittelbar am Betriebsgerät zu berücksichtigen. Besonders bei Systemen, deren Betrieb im Freien oder in industrieller Umgebung erfolgt, ist das Risiko eines Ausfalls durch Überspannungen hoch und es gilt, das Endgerät mit einem SPD zu schützen.

Breites Angebot geeigneter Schutzgeräte

Schukat als Distributor offeriert eine Vielzahl an SPDs des Herstellers CITEL für die Geräte- und Hutschienenmontage. Der französische Hersteller fertigt alle relevanten Komponenten für seine SPDs selbst, etwa Gasableiter, Funkenstrecken und Varistorblöcke. Getestet werden die Komponenten in eigenen Laboren mit Überspannungen bis z.B. 240 kA. Beratung ergänzt die Suche der bestmöglichen Schutzlösung. // KU

Schukat electronic

Bild 3: Ausfallwahrscheinlichkeit von Schaltnetzteilen und Schutzgeräten (SPDs) mit einer definierten Überspannungsfestigkeit (Surge Capability) in Abhängigkeit zur Überspannung.

