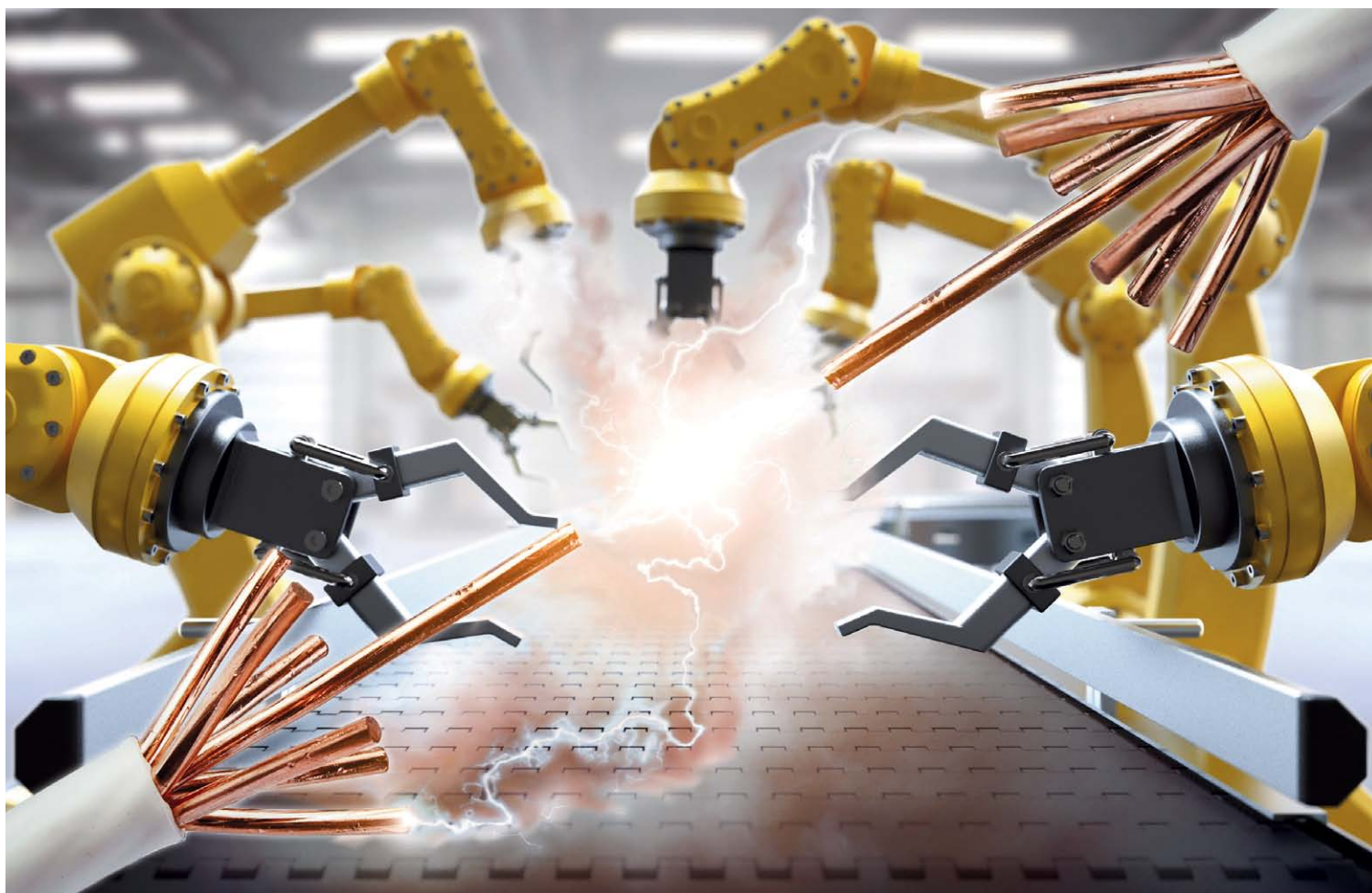


Vor transienten Überspannungen geschützt

von Frank Stocker

Bild: Nomad_Soul/Thomas Söllner/stock.adobe.com



In industriellen Anwendungen ist es wichtig, Anlagen und Geräte vor transienten Überspannungen zu schützen. Diese können elektronische Komponenten schädigen und Ausfallzeiten verursachen. Mit Überspannungsschutzvorrichtungen lassen sich Ausfälle und damit hohe Kosten vermeiden.

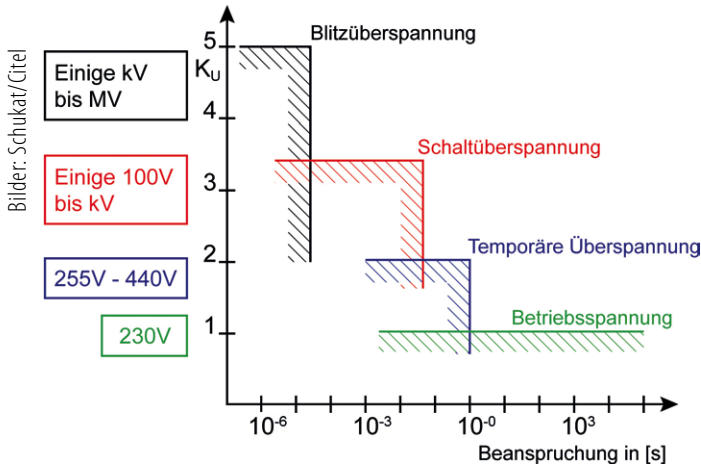
Überspannungen durch Blitzschlag oder Schaltvorgänge sind alltäglich. Doch Entwickler und Betreiber industrieelektronischer Komponenten und Anlagen sehen sich mit der Herausforderung konfrontiert, die verwendeten Systeme gegen kurzzeitige Spannungsspitzen, also transiente Überspannungen, zu schützen. Grund hierfür sind komplexe technische Anlagen mit immer kleineren, leistungsfähigeren Geräten, die in ihrem Funktionsumfang wachsen und dadurch noch anfälliger werden. Die in Industriean-

lagen verwendeten Schaltnetzteile beispielsweise weisen zwar eine hohe Spannungsfestigkeit auf, jedoch kann die Stromversorgung die durch Transienten auftretende hohe Impulsenergie oft nicht oder nur ungenügend ableiten. Viele Netzteil-Ausfälle im Feld ist auf Überspannungen zurückzuführen. Durch die zunehmende Industrieautomatisierung steigt die Anzahl potenzieller Störquellen und störanfälliger Produkte, zudem sinkt der räumliche Abstand zwischen den Komponenten durch den Trend zu immer kleineren

Anlagen. In Zuge von Industrie 4.0 sind die Anlagenteile für den Datenaustausch zudem stärker vernetzt: Die Datenübertragungsnetze wachsen und die Anlagenteile sind vermehrt Störungen ausgesetzt. Auch die Datenleitungen stellen durch eingekoppelte Überspannungen ohne ausreichenden Schutz ein hohes Ausfallrisiko dar.

Wie entstehen Überspannungen im industriellen Umfeld?

Transiente Überspannungen entstehen hauptsächlich als Folge von Blitzschlag



Bilder: Schukat/Citel

Bild 1: Spannungslevel und Beanspruchungszeit im Energieversorgungssystem.

(LEMP, Lightning Electro Magnetic Pulse), noch häufiger jedoch durch Schaltvorgänge angeschlossener elektrischer Komponenten (SEMP, Switching Electro Magnetic Pulse). Dabei unterscheiden sich die auftretenden Überspannungen in Amplitude, Dauer und Frequenz.

Durch die hohe kurzzeitige Energieentladung bei einem Blitzschlag genügen Einschläge in unmittelbarer oder entfernter Umgebung, um elektrische Anlagen zu beschädigen. Bei Einschlägen in Freileitungen bauen sich hohe Stoßspannungen auf, welche sich über die Leitung fortsetzen und schließlich angeschlossene Geräte erreichen. In einer Anlage, die mit mehreren Erdungspunkten verbunden ist, bewirkt ein Blitzschlag eine hohe Potenzialdifferenz. Sie führt dazu, dass die an die betroffenen Netze angeschlossenen Geräte zerstört oder in ihrem Betrieb massiv beeinträchtigt werden können.

Wenn auch mit geringerer Energieintensität als der Blitzschlag, jedoch deutlich häufiger, treten durch Schalt-

vorgänge verursachte Stoßspannungen auf. Dies Phänomene werden durch das Ein- oder Ausschalten von elektrischen Energiequellen hervorgerufen. In industriellen Anlagen entstehen sie etwa beim Starten von Motoren oder beim Einschalten von Transformatoren, aber auch durch weitere induktive Lasten, beim Schalten großer kapazitiver Lasten oder beim Auslösen von Sicherungen und Leitungsschutzschaltern sowie beim Herabfallen von Stromleitungen. Diese rufen, im Gegensatz zu temporären Überspannungen von einigen Sekunden mit wenigen hundert Volt, Transienten von bis zu 6 kV mit Anstiegszeiten in der Größenordnung von einigen Mikrosekunden hervor. (Bild 1) Sie stören den Betrieb von Geräten und können in elektrischen Anlagen einige hundertmal pro Jahr auftreten.

Folgen von und Schutz vor Überspannungen

Transiente Überspannungen beeinträchtigen elektronische Geräte auf verschiedene Weise in unterschiedlicher Intensität. Bleiben Hardwareschäden aus, können sie zu einer temporären Betriebsstörung beziehungsweise einem undefinierten Betrieb der Anlage durch Daten- oder Übertragungsfehler führen sowie Programmabstürze oder die Löschung von Speicherinhalten verursachen. Im schlimmeren Fall kommt es zur Zerstörung der Hardware aufgrund eines Spannungsdurchschlags von Halbleiterübergängen, zur Zerstörung der Bonddrahtanschlüsse von Bauelementen oder der Leiterbahnen. Bei einem Hardware-Defekt entstehen

zusätzliche Servicekosten und der Stillstand der Anlage hält länger an. In beiden Fällen aber sind Einschränkungen oder Betriebsstillstandzeiten zu erwarten.

Treten durch die beschriebenen Schaltvorgänge nur kleinere Überspannungen auf, schädigen sie die angeschlossenen Geräte eventuell nicht unmittelbar. Aber sie stressen die in den Geräten verbauten elektronischen Komponenten und haben eine vorzeitige Alterung und somit eine verkürzte Betriebserwartung zur Folge.

Einen wirkungsvollen Schutz bieten Überspannungsschutzgeräte (Surge Protective Device, SPD). Die Bezeichnung trifft allgemein auf alle Geräte zum Schutz vor Spannungsspitzen zu. Um einen ausreichenden Schutz zu erzielen, müssen die Komponenten in Abhängigkeit des Risikos ausgewählt und unter Einhaltung anwendbarer Normen installiert werden. Die Anforderungen und Prüfungen von SPDs für Niederspannungsanlagen sind in nationalen und internationalen Normen wie der EN 61643-11 sowie der UL 1449 gefasst.

Wie funktioniert ein Überspannungsschutzgerät?

Als Sicherheitselement der Anlage schützt das SPD die Anlage störungsfrei vor transienten Überspannungen. Überspannungsschutzgeräte basieren i.d.R. auf Varistoren oder gasgefüllten Funkenstrecken beziehungsweise einer Kombination aus beidem. Letzteres stellt den bestmöglichen Kompromiss zwischen den wichtigsten Merkmalen für einen effizienten Überspannungs-

Bild 2: Unbeeinflusste Überspannung (links) vs. anliegende Überspannung bei Berücksichtigung eines aktiven Schutzes mittels SPD (rechts).



Abb.: (1.2/50µs) Impulsspannung

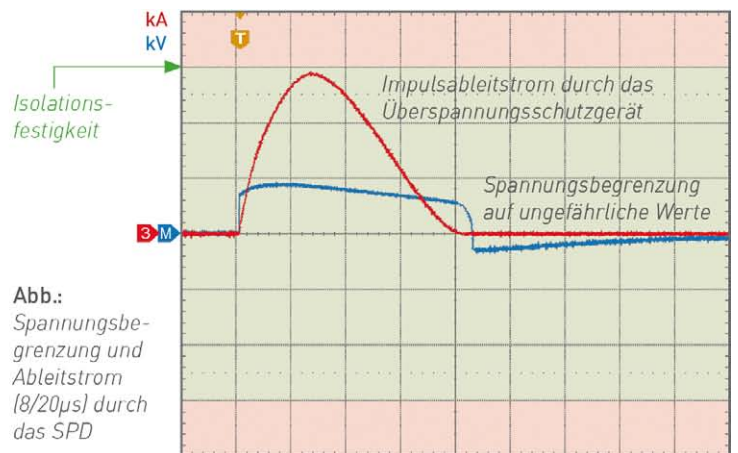


Abb.: Spannungsbegrenzung und Ableitstrom (8/20µs) durch das SPD

schutz dar, nämlich einer schnellen Ansprechzeit von unter 25 ns und einem möglichst hohen Ableitstrom. Der maximale Ableitstoßstrom für Überspannungsschutzgeräten ist der maximale Stoßstrom mit 8/20 µs Impuls. Diesem kann ein Überspannungsschutzgerät standhalten, ohne zerstört zu werden. Der Nennableitstoßstrom ist der Wert des Stoßstroms, dem ein Überspannungsschutzgerät mehrfach standhalten kann, ohne zerstört zu werden. Im Falle

Übersicht SPD-Typen

Entsprechend der genannten Normen erfolgt die Klassifizierung der Überspannungsschutzgeräte in die Kategorien Typ 1, 2 und 3:

- **Typ 1 – Blitzstromableiter:** Je nach Ausführung kommen sie im Vorzählerbereich oder direkt dahinter zum Einsatz, wo im Fall des direkten Blitzeschlages die höchsten Ströme abzuleiten sind.
- **Typ 2 – Überspannungsschutz:** Diese Ableiter kommen in der Haupt- bzw. Unterverteilung der elektrischen Installation zum Einsatz und schützen durch möglichst schnelle Unterdrückung von Stromimpulsen die nachgeschalteten Leitungen sowie elektrische Anwendungen.
- **Typ 3 – Überspannungsschutz:** Der Einsatzort dieser Ableiter befindet sich in unmittelbarer Nähe zu empfindlichen elektrischen oder elektronischen Endgeräten. Sie reduzieren die schon von den Typ-2-Ableitern verringerte Überspannung auf ein für handelsübliche Endgeräte akzeptables Niveau.
- **Kombiableiter,** die mehrere Kategorien abdecken, sind zusätzlich erhältlich, etwa Typ 1+2 oder Typ 2+3, die auch direkt am oder in unmittelbarer Nähe zum Endgerät eingesetzt werden können, sowie Typ 1+2+3, der alle drei Kategorien in einem SPD vereint.

einer anliegenden Überspannung leitet das SPD die Energie ab und reduziert die maximale Restspannung auf einen definierten Schutzpegel (Bild 2).

Den Schutzpegel des Überspannungsschutzgeräts muss so gewählt werden, dass er auf die Spannungsfestigkeit der zu schützenden Geräte abgestimmt ist. Grundsätzlich ist zwischen Grob-, Mittel und Feinschutz zu unterscheiden. Dabei gilt: je niedriger der Schutzpegel, desto besser der Überspannungsschutz. Die Norm IEC 60364 schreibt einen Schutzpegel von maximal 2,5 kV für Überspannungsschutzgeräte vor, die am Eingang von 230-V- oder 400-V-Netzen zum Einsatz kommen. Dieser Wert entspricht der Spannungsfestigkeit von robusten elektromechanischen Geräten und sollte durch einen Feinschutz möglichst weiter reduziert werden.

Neben dem Schutz für die 230-V_{AC}- bzw. 400-V_{AC}-Versorgungsleitungen ist bei vernetzten Anlagen zusätzlich der Schutz der Daten- und Steuerungsleitungen zu berücksichtigen. Auch auf Datenleitungen koppeln sich schadhafte Überspannungen ein und die Spannungsfestigkeit der Schnittstellenbausteine kann relativ gering ausfallen. Ein am Einspeisepunkt angebrachter Grob- bzw. Mittelschutz, der auch auch bei industriellen Neuanlagen vorgeschrieben ist, reicht allein oft nicht aus. Bei Leitungslängen ab circa 10 m zum Endgerät, bei Systemen in industrieller Umgebung und vor allem beim Betrieb im Freien empfiehlt sich ein Typ-2- oder Typ-3-Ableiter oder eine Kombination aus beiden direkt am Endgerät oder im zugehörigen Schaltschrank. Hierfür stehen SPDs sowohl für die Montage auf der Hutschiene als auch zum Einbau im Endsystem mit Litzen, Steck- oder Schraubanschluss zur Verfügung (Bild 3). Das SPD schützt das Gerät unabhängig der Höhe der Überspannung. Übersteigt die Impulsenergie die Ableitfähigkeit des Schutzelementes, wird dieses zwar evt. überlastet, das Endsystem ist in diesem Fall aber weiterhin geschützt. In Übereinstimmung mit den Normen sind Überspannungsschutzgeräte zudem mit einer internen und einer externen Trennvorrichtung auszustatten, welche im Fehlerfall den bestmöglichen



Bild 3: Überspannungsschutzgeräte für verschiedene Anschluss- und Montagearten: MLPCA1-Serie von CITELE für den IP67-Litzanschluss (links) und DACN10 von CITELE mit Zugfederklemmen für die Hutschiene montage (rechts).

Schutz für die angeschalteten elektrischen Anwendungen bieten.

Die interne thermische Trennvorrichtung trennt als unverzichtbares Sicherheitselement im Fehlerfall oder bei Überbeanspruchung das Überspannungsschutzgerät vom Netz. Dann wird der Betreiber über die Fehlersignalisierung des Ableiters darauf hingewiesen, das entsprechende Schutzmodul auszutauschen. Anwenderseitig ist in jedem SPD-Abzweig ein Schutz vor einem Kurzschlussstrom vorzusehen. Der Hersteller gibt den Auslösestrom dieser Sicherung im Produktdatenblatt und den Installationsanweisungen an.

Die externe elektrische Trennvorrichtung, meist eine Sicherung oder ein Trennschalter, trennt bei einem Kurzschluss das Überspannungsschutzgerät sicher vom Netz. Einige Überspannungsschutzgeräte sind als Version mit Fernsignalisierung erhältlich. Der potentialfreie Wechselkontakt dient der Statusüberwachung und lässt sich beispielsweise als binärer Ausgang in moderne vernetzte Industrieanlagen einbinden, um den Betriebszustand und die ordnungsgemäße Funktion zu überwachen.



Frank Stocker

ist Field Application Engineer Power Supplies bei Schukat electronic.



Web-Tipp

Als Spezialist für industrielle Stromversorgungen bietet der Distributor Schukat electronic eine Auswahl an Überspannungsschutzgeräten des Herstellers Citel ab Lager an.
<https://bit.ly/3MRt9dz>