

SEP-Prinzip und Blitzschutz-zonenkonzept kombiniert

H. Zitzmann; Hamburg

Jedem Errichter einer neuen baulichen Anlage bzw. der Installation neuer elektronischer Systeme in bestehende baulichen Anlagen ist dringend geraten, die Frage eines Blitzschutzes im Vorfeld zu klären. Die DIN V VDE V 0185-1-4 [1] gibt dazu ein nützliches und wirksames Hilfsmittel an die Hand. Im Beitrag geht es um die Anordnung und Kombination der SPDs (surge protective device) beim Schutz empfindlicher elektrischer und elektronischer Systeme gegen Blitz- und Überspannungsbeeinflussungen.

1 Blitzstromtragfähige Funkenstrecke (SPD)

SPDs werden in unterschiedlicher Bauweise und für unterschiedliche Einsatzvarianten angeboten. Unterschieden wird zwischen Schaltertyp und Spannungsbegrenzertyp.

- Funkenstrecken – gleich welcher Bauart – sind Schaltertyp-SPDs, weil ihr Ansprechverhalten dem An- bzw. Ausschalten eines Schalters entspricht.
- Varistoren und z. B. Suppressor-Dioden sind Spannungsbegrenzertyp-SPDs, die eine kontinuierliche Spannungs-Strom-Kennlinie besitzen.

Durch die rasante Entwicklung auf dem Gebiet der Trennfunktenstrecken, können jetzt blitzstromtragfähige Funkenstrecken angeboten werden, die sich in ihren technischen Parametern deutlich von den bisherigen unterscheiden. Die Restspannung dieser Ableiter beträgt < 1 kV mit einer Löschfähigkeit von 17,5 kA.

Damit werden für den Blitz- und Überspannungsschutz neue, einfache und physikalisch korrekte Lösungen möglich. Aufwendige Installationen und massenhaftes Einsetzen von Blitz- und Überspannungs-Schutzkomponenten entfallen. Dem Anwender können Lösungen angeboten werden, die sich durch Übersichtlichkeit, optimales Funktionieren und deutliche Preisreduzierung auszeichnen. Besonders sollte aber auf die Anmerkung in der DIN V VDE V 0185-4, Abschnitt 12.2, hingewiesen werden. Hier heisst es: „Wenn Schaltertyp-SPDs eingebaut werden, muss für die Belastung der nachfolgenden SPDs beachtet werden, dass das vorgeschaltete SPD möglicherweise seine Ansprechspannung nicht erreicht“. Hier ist das Dilemma des Einsatzes von Trennfunktenstrecken – gleich welcher Bauart – vorsichtig umschrieben. Zwei Fälle sollten betrachtet werden:

1. Nichtzünden der Funkenstecken bzw. Zündung erst im zweiten Teil der Kennlinie.
2. Zeitlich unterschiedliches Zünden der Trennfunktenstecken.

Diese Fälle führten immer zu einer Zerstörung der nachgeschalteten spannungsbegrenzenden Typen bzw. der nachgeschalteten Elektronik. Deshalb ist auf eine exakte Koordination der Ableitelemente bzw. eine EMV-gerechte Installation und das Verständnis des physikalischen Verhaltens der Ableiter großer Wert zu legen. Koordination bedeutet nicht ein Aneinanderreihen angeblich aufeinander abgestimmter Schutzkomponenten (möglicherweise durch Entkopplungselemente getrennt), sondern ein optimales Abstimmen der Schutzelemente auf die Stör-, Spannungs- und Energiefestigkeit der zu schützenden Einrichtungen.

1.1 Nichtzünden der Funkenstrecke

Im Laborversuch wird von Herstellerfirmen eindrucksvoll gezeigt, wie die Funkenstrecken problemlos zünden, die Störung sicher ableiten und danach wieder in den Ruhezustand zurückkehren. In der Praxis kann es aber durch unberechenbare Blitzeinwirkungen und daraus folgende Einkopplungen in das vorhandene Netzwerk elektrischer Leitungen und den unterschiedlichsten Installationsanordnungen Fälle geben, die das ordnungsgemäße Zünden der Funkenstrecken in vielen Fällen unmöglich machen oder sehr erschweren. Die vor der Zündung der Funkenstrecken an die zu schützenden elektrischen Systeme gelangenden Überspannungen müssen daher durch spannungsbegrenzende SPDs eliminiert werden.

1.2 Zeitlich versetztes Zünden der Funkenstecken

Grundsätzlich sind die durch Blitzeinwirkungen erzeugten Überspannungen asymmetrischer Art (common mode), d. h., dass eine Überspannung zwischen allen Leitungen gemeinsam und dem Erdpotential entsteht. Infolge des zeitlich unterschiedlichen Ansprechens der Funkenstrecken entsteht aus der

asymmetrischen Störspannung eine symmetrische Störspannung in der Höhe der Zündspannung dieser Elemente. Zwischen den einzelnen Außenleitern sowie zwischen den Außenleitern gegen den Nullleiter entstehen dadurch im Blitzfall Überspannungen von mehreren kV. Auch ein Feinschutz im Gerät hilft kaum etwas, da die Stromstärke dieser differentiellen Überspannungen den Teilströmen eines Blitzes entsprechen. Somit können beispielsweise primärgetaktete Stromversorgungen durch solche Überspannungsableiter nicht ausreichend geschützt werden.

Varistoren mit gleicher Varistorspannung. Müssen elektronische Systeme geschützt werden, sollten nur Varistoren mit gleicher Varistorspannung zwischen dem Nullleiter und der Erde bzw. den Außenleitern und der Erde eingesetzt werden. Dadurch kann der primäre Teil einer getakteten Stromversorgung, welcher sich direkt zwischen Außen- und Nullleiter befindet, optimal geschützt werden. Die Begrenzungsspannung der Varistoren tritt nur gegen den Schutzleiter auf. Die galvanische Trennung im Sekundärteil der Stromversorgung verhindert eine Überspannungseinwirkung in die zu schützende Elektronik.

Bleiben bei einem Blitzschaden an der zu schützenden Elektronik die vorgeschalteten Ableitelemente unbeschadet, ist immer das Schutzkonzept ungenügend. Diese Ausfälle sind nicht mit dem Auftreten von „starken“ Blitzen zu erklären. Auch Aussagen wie „Jahrhundertblitz“ sind irreführend. Bei korrekten Schutzkonzepten darf die Anlage erst nach der Zerstörung der primären Schutzelemente beeinträchtigt werden. Dies kann durch eine Bedrohungsanalyse bzw. geeignete Überwachungs- und Abschaltvorrichtungen verhindert werden.

Schutzschaltung mit speziellen Filtern. Der Blitz ist ein hochfrequentes Ereignis, es entstehen im μ s-Bereich hohe Spannungs- und Stromwerte. Daher empfiehlt sich der Einsatz einer Schutzschaltung mit speziellen Filtern nach dem Primärschutz. Diese verhindert die Einkopplung hochfrequenter Spannungsteile in den geschützten Bereich und dient der Entkopplung der zweiten Schutzstufe. Diese Filterstufe und die zweite Schutzstufe befinden sich unmittelbar hinter der ersten Schutzstufe (Grobschutz). Dieser komplexe Schutz (Grobschutz, Entkopplung, Tiefpass, Feinschutz) ist für die Netzseite mit Hochleistungsvaristoren bestückt, die auch im ungünstigsten Fall garantieren, dass die nachgeschalteten elektrischen oder elektronischen Systeme die Beeinflussung störungsfrei überstehen.

Der Schutz für die empfindlichen Eingänge der Datenleitungen besteht ebenfalls aus einer Kombination von Grobschutz, Entkopplung, Tiefpass, Feinschutz und hat als Grobschutzelemente gasgefüllte Überspannungsableiter (ÜsAg).

Autor

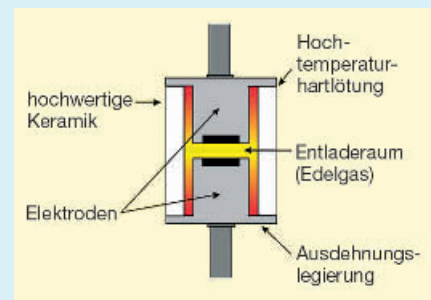
Dipl.-Ing. Helmut Zitzmann ist Mitarbeiter von Meteovertrieb Deutschland, Hamburg.



❶ Kombiableiter (links); Grobschutzableiter ÜsAg



Foto: Fa. Leutron GmbH



❷ Prinzipaufbau des Kombiableiters mit Trennfunktenstrecken

Alle Grobschutzelemente können bis 25 kA (Form 8/20 μ s) sicher ableiten.

2 Schutzkonzept

Folgende Lösung wird als preiswerte und optimale Realisierung eines umfassenden Schutzes gegen Blitz- und Überspannungsbeeinflussungen vorgeschlagen:

- Gemeinsame Einführung aller elektrischen Versorgungsleitungen an einem Ort.
- Anschluss der Versorgungsleitungen entweder direkt oder über SPDs an den Potentialausgleich.
- Einsatz von Kombiableitern als Netzschutz an Blitzschutzzone 1 (LPZ 1).
- Einsatz von Grobschutzelementen für Daten- und Telefonleitungen an LPZ 1.
- Einsatz von gefilterten Schutzkomponenten für Netz- und Datenleitungen vor zu bildenden räumlichen Inseln (LPZ 2).
- Installation in LPZ 2 nach dem SEP-Prinzip™ (Single Entry Point-Prinzip, siehe Abschn. 4)

- Bei nicht definierten Erdungsverhältnissen isoliertes Aufstellen der elektronischen Geräte im geschütztem Raum.

Hierdurch ergeben sich folgende Vorteile:

1. Überschaubarer und örtlich definierter Einsatz von Blitz- und Überspannungsschutzkomponenten.
2. Einsatz von Komponenten als Grobschutz mit tiefen Restspannungen.
3. Keine Entkopplungselemente und weitere Schutzelemente in Unterverteilungen.
4. Keine zusätzliche Gefährdung von Gastanlagen bzw. durch Anlagen in Gastgebäuden.
5. Beherrschung aller noch eingekoppelten Störungen am SEP.

3 Schutzkomponenten

Zur Realisierung des Schutzkonzepts stehen folgende Komponenten zur Verfügung:

- Kombiableiter als Grobschutz für die Netzeinspeisung, z. B. neue, tief ansprechende

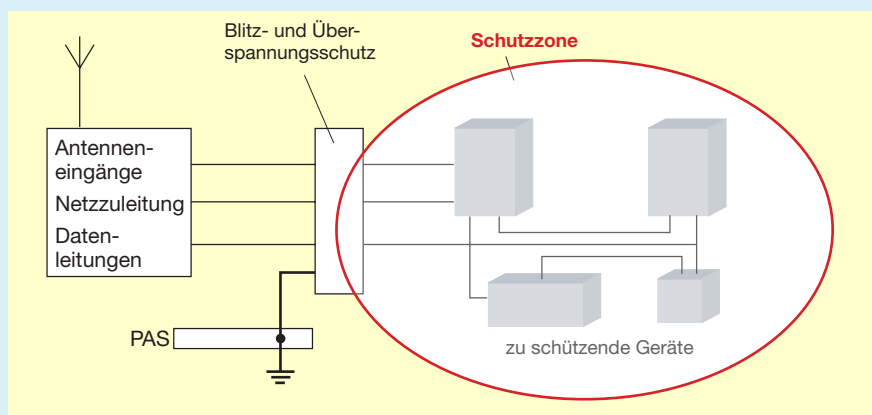
PowerPro-Typen (Bild ❶) für alle Netzformen.

- ÜsAg als Grobschutz für Daten- und Telefonleitungen, z. B. Ableiter für Magazine.
- Gefilterte Schutzkomponenten als Schutz der Netzversorgung an LPZ 2, z. B. USFET 16 A, 25 A, 32 A und USFNT für Datenleitungen unterschieden nach Spannung, Stromstärke und Übertragungsraten.

3.1 Kombiableiter

Im Kombiableiter kommen als Schutzelement Trennfunktenstrecken (TS) zum Einsatz. Die bisherigen Forschungen und Erfahrungen führten zur Entwicklung eines TS-Grundtyps (Bild ❷), dem Herzstück aller Ausführungsvarianten.

Die edelgasgefüllten, hermetisch dichten Trennfunktenstrecken bestehen aus einem hochwertigen Metall/ Keramikkörper mit sehr kleinem, von den gewünschten Eigenschaften vorgegebenem Elektrodenabstand. Die Elektroden werden aus einer Ausdehnungslegierung hergestellt und mit einer emissionsfördernden Aktivierungsmasse überzogen. Die



③ Installation nach dem SEP-Prinzip™

Entladungskammer wird evakuiert und mit einer je nach angestrebter Ansprechspannung definierten Edelgasmischung unter genau abgestimmtem Druck gefüllt.

Das modulare Konstruktionskonzept erlaubt die verschiedensten Ausführungsvarianten, bis hin zur explosionsgeschützten Trennfunktenstrecke TC 100 A Eex mit ATEX-Zulassung.

3.2 Gasgefüllte Überspannungsableiter

Der prinzipielle Aufbau ist wie der der Trennfunktenstrecke, jedoch unterscheiden sich Ableitfähigkeit und Restspannungen deutlich. ÜsAg können zerstörungsfrei Stromimpulse der Form $8/20 \mu s$ bis 25 kA ableiten und haben eine Restspannung von 600 bis 1000 V.

3.3 Gefilterte Schutzschaltungen für Netz- und Datenleitungen

Trennfunktenstrecken, Kombiableiter und ÜsAg sind nur als Grobschutz für empfindliche elektrische oder elektronische Systeme gedacht. Ein Komplettschutz, d. h. eine Kombination aus Grob- und Feinschutz muss durch weitere Schutzmassnahmen realisiert werden. Hierbei müssen nicht nur die leitungsgebunden Einkopplungen durch Blitzeinwirkungen, sondern auch selbsterzeugte Störungen (An- und Abschalten von Induktivitäten, vagabundierende Ströme, Thyristorschaltungen, getaktete Schaltungen usw.) beachtet werden. Daher sollte als Schutzkombination vor die zu schützenden Systeme immer eine gefilterte Schutzkombination eingesetzt werden. Die Schutzschaltungen sind je nach Typ für den Schutz der Stromversorgung oder der Daten- und Telefonleitungen vorgesehen und bezeichnet und werden nach Erfordernis aus- und eingesetzt.

4 Installation nach dem SEP-Prinzip™

Bei räumlich überschaubaren Anlagen oder Systemen bietet sich als optimales Installationsprinzip das SEP-Prinzip™ (Single Entry

Point-Prinzip) als leicht zu installierende und für den Anwender nachvollziehbare Schutzmöglichkeit gegen Überspannungen von Blitzeinwirkungen an (Bild ③).

Leitungsführung. Alle ein- und austretenden Kupferleitungen einer Zone oder Insel werden an einem Punkt (SEP) in diese bzw. aus dieser Zone / Insel geführt. An diesem Punkt werden alle Kupferleitungen über gleichwertige Schutzmaßnahmen geschaltet und von dort zum Gerät geführt. Die Verkabelung im geschützten Raum erfolgt baum- oder kammartig, um möglichst kleine Induktionsschleifen zu bilden. Um Einkopplung bei atmosphärischen Störungen durch andere leitfähige Installationen zu vermeiden, sollten die Kabel in der Raummitte bzw. entfernt von Außenwänden installiert werden.

Erdverbindung. Vom Blitz- bzw. Überspannungsschutz erfolgt die einzige Erdverbindung in die geschützte Zone. In dieser Zone kann durch eine isoliert angebrachten Potentialausgleichsschiene die Erdverbindungen zu den Geräten weiterverteilt werden. Zweit-Erden, d. h. Verbindungen zum äußeren Potentialausgleich (Gebäudepotentialausgleich) bzw. äußeren Blitzschutz von der geschützten Zone aus, sind unzulässig. Dies bedeutet auch, dass der Doppelboden nicht mit dem äußeren Potentialausgleich verbunden sein darf. Falls dies nicht gewährleistet werden kann, müssen die Geräte isoliert aufgestellt werden. Der SEP bildet den Potentialausgleich für den Überspannungsschutz. Hier werden auch die Abschirmungen/Armierungen aller Leitungen aufgelegt. Nur von hier gibt es eine Verbindung zum Potentialausgleich des Gebäudes bzw. des äußeren Blitzschutzes.

Anordnung der Schutzmodule. Wichtig ist, dass keine Schutzmodule in Unterverteilungen installiert werden. Sie sind in einem separaten Aufnahmegehäuse bzw. Schrank anzuordnen. Dort werden alle Leitungen geschützt und dann erst zur Verteilung geführt und von dort weiterverteilt. Dies wird sowohl für die Energiezuführung als auch für alle Datenleitungen durchgeführt. Eine Installation von Ableitelementen in Niederspannungs-

unterverteilungen ist zu unterlassen, da dadurch Teilblitzströme im geschützten Bereich auftreten und unkontrollierte Einkopplungen in andere Leitungen erfolgen können.

Einschleppen von Potentialen. Es muss darauf geachtet werden, dass keine elektrisch leitenden Verbindungen (Prozessleitungen) ungeschützt in den geschützten Raum gelangen. Werden größere Klimaanlage oder Teile derselben außerhalb der geschützten Zone installiert, müssen die Lüftungskanäle durch nichtleitende Zwischenstücke an der Raumgrenze elektrisch aufgetrennt werden. Alle möglichen Verbindungen zum äußeren Blitzschutz (z. B. Halterungen an Betonpfeilern mit Armierung usw.) müssen durch Isolatoren getrennt werden.

Vorteile. Durch die Installation von Ableitern nach dem SEP-Prinzip™ können alle Arten von Störungen an einem Punkt beherrscht werden. Es kommt nicht mehr zu unkontrollierbaren Verschleppungen von Potentialdifferenzen bzw. Einkopplungen.

Außerdem ist es möglich, je nach Kundenanforderung oder -wunsch, den Blitz- und Überspannungsschutz zu modifizieren und alle Schutzmöglichkeiten zu nutzen. Durch die Installation in einem separaten Gehäuse können in dieses auch noch nachträglich Schutzmodule installiert werden. Die Schutzvariante wächst also mit den Anforderungen, die an die jeweiligen elektronischen/elektrischen Anlagen und Geräte gestellt werden.

5 Fazit

Durch die Kombination mit blitzstromtragfähigen Grobschutzelementen der neuen Generation ist es jetzt möglich, ein auf die Bedürfnisse des Anwenders optimal abgestimmtes Blitz- und Überspannungsschutzkonzept anzubieten und zu realisieren. Gleichzeitig können die Forderungen und Vorschriften der neuen Blitzschutznormen (Vornormen) problemlos und physikalisch richtig umgesetzt werden. Je nach Bedürfnis kann der Anwender die Blitzschutz-zonen definieren und die passenden Schutzkomponenten auswählen.

Das SEP-Prinzip™ wurde bisher bei Großanlagen, z. B. Switch-Räume, POP's, als auch bei Containern und Räumen für ein Weitverkehrsnetz sowie bei Funkkabinen jeder Größe mit optimalem Erfolg eingesetzt. Diese Schutzinsel kann aber auch eine Heimcomputeranlage bzw. ein Home-Office oder eine Überwachungs- und Meldeanlage im Haus oder im Industriebereich sein. Rückmeldungen von Kunden ergaben, dass trotz Blitzeinschlägen in Gebäude oder Naheinschläge weder Störungen noch Zerstörungen auftraten.

Literatur

- [1] Engelmänn, E.: Neue Normen für den Blitz- und Überspannungsschutz. Elektropraktiker, Berlin 57(2003)1, S. 39-41 und 2, S. 124-126. ■