Blitz- und Überspannungsschutz in Mobilfunkanlagen

J. Schimanski, Blomberg

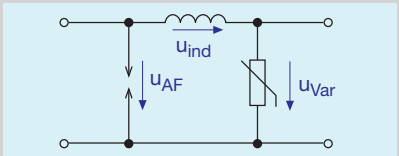
Sendeeinheiten für Mobilfunkstrecken sind in der Regel in für Blitzeinschläge besonders gefährdeten Orten installiert. Angesichts des immer härter werdenden Mobilfunkmarktes kommt der Betriebssicherheit dieser Anlagen eine immer größere Bedeutung zu. Der Beitrag beschreibt den Blitz- und Überspannungsschutz von elektronischen Einrichtungen in der Stromversorgung von Mobilfunkanlagen.

Verfügbarkeit muss hoch sein

Nicht erst, seitdem der Mobilfunkmarkt durch das Kürzel UMTS in aller Munde ist, hat das Thema Überspannungsschutz für die Mobilfunkbetreiber an Bedeutung gewonnen. Die Installation von Blitzstrom- und Überspannungsableitern in Basisstationen der D- und E-Netze ist bereits zum Standard geworden. Auch bei kleineren Systemen wie Point-to-Point und Point-to-Multipoint sieht es nicht anders aus.
Die bereits seit ungefähr zehn Jahren eingesetzten Blitzstromableiter haben sich gemeinsam mit den mittels besonderer Spulen entkoppelten Überspannungsableitern bewährt und sorgen für einen zufriedenstellenden Schutz der elektronischen Einrichtungen der Basisstationen. „Zufriedenstellend" bedeutet im Sinne der Definition der elektromagnetischen Verträglichkeit, dass ein elektrisches Gerät oder eine Anlage störungsfrei arbeitet und somit eine hohe Verfügbarkeit erreicht wird. Bei dem immer härter werdenden Wettbewerb auf dem Mobilfunkmarkt ist die Verfügbarkeit des Systems eine der Voraussetzungen, um die von den Kunden gestellten Anforderungen zu erfüllen.

Ursache von Problemen

Probleme bei Blitzeinwirkungen auf die Basisstationen hat es bislang nur dann gegeben, wenn entweder Fehler in der Installation gemacht wurden oder die Ableiter falsch ausgewählt waren. Fehler in der Installation treten auf durch falsche Ausführung des geerdeten Blitzschutzpotentialausgleichssystems bzw. durch falsche Anbindung der Blitzstrom- und Überspannungsableiter an das Erdungssystem.
Um optimale Reichweiten beim Senden und Empfangen der Mobilfunkfrequenzen zu erreichen, sind die Basisstationen immer – in Bezug auf die Umgebung – in exponierten Lagen angeordnet. Besonders auf hohen Gebäuden, Masten sowie auf Anhöhen und Bergkuppen sind sie deshalb auch häufiger direkten Blitzeinschlägen ausgesetzt.
Blitzstromableiter auf Varistorbasis sind nicht in der Lage, die Blitzenergie zerstörungsfrei für den Ableiter selbst und für das zu schützende Volumen in die Erde abzuleiten bzw. den Potentialausgleich zwischen allen anderen elektrisch leitfähigen Teilen und den Leitern der Stromversorgung herzustellen. Nur eine niederimpedante Verbindung, wie sie durch Funkenstrecken erreicht wird, verhindert einen zu großen Energieumsatz im Inneren des Ableiters. Eine zerstörungsfreie Führung des Blitzstroms ist möglich.



❶ Die Ansprechspannung der Funkenstrecke hängt vom Anstieg des Blitzstroms ab

Funkenstrecke plus Varistor

In den vergangenen Jahren sind in großer Anzahl meist offene, leistungsfähige Blitzstromableiter-Funkenstrecken mit nachgeschalteten Varistorableitern eingesetzt worden.
Die Varistoren mussten entweder durch die Induktivität der Leitung, die zwischen den Installationsorten der beiden Ableiter vorhanden ist, oder durch eine geeignete Spule von den Funkenstrecken entkoppelt werden. Im Falle der Leitung als Entkopplungselement musste diese ca. zehn Meter lang sein (Bild ❶). Die Ansprechspannung der Funkenstrecke entstand durch Addition der durch den transienten Strom ent-

Autor

Dipl.-Ing. *Joachim Schimanski* ist Mitarbeiter der Fa. Phoenix Contact Blomberg

stehenden Spannung über dem Varistor und über der Induktivität. Die Funkenstrecke übernimmt nach dem Ansprechen den Hauptanteil der Blitzenergie und schützt somit den Varistor vor einer Überlastung.

$$u_{AF} = u_{ind} + u_{Var} \quad (1)$$

mit

$$u_{ind} = L\frac{di_B}{dt} \quad (2)$$

u_{AF} Ansprechspannung der Funkenstrecke
u_{ind} Spannung über der Induktivität
u_{Var} Spannung über dem Varistor
L Induktivität der Leitung oder Spule

$\frac{di_B}{dt}$ Anstieg des Blitzstroms

Aus Gleichung (2) ist zu entnehmen, dass die Höhe der über der Induktivität entstehenden Spannung direkt von der Steilheit (dem Anstieg) des Blitzstroms abhängt. Ein sehr steiler Anstieg (kurze Anstiegszeit) des Blitzstromes ruft eine sehr hohe Spannung über der Induktivität hervor; ein flacher Anstieg hingegen nur eine niedrige Spannung.

Dadurch kann es zu folgenden Fällen kommen: Bei geringen Blitzenergien, aber kurzen Anstiegszeiten des Blitzstroms, erfolgt ein ungewünschtes (unnötiges) Ansprechen der Funkenstrecke. Bei einer großen Blitzenergie, jedoch langen Anstiegszeiten, wird das notwendige Ansprechen der Blitzstromableiter-Funkenstrecke nicht erreicht. Insbesondere der zweite Fall ist unerwünscht, weil er wegen der Überlastung des Varistors die Verfügbarkeit der Basisstation aufhebt (Bild ❷).

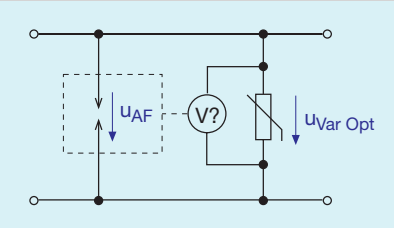
Einsatz von getriggerten Funkenstrecken

Blitzstromableiter-Funkenstrecken bieten neben ihrer Kapselung insbesondere den Vorteil der elektronischen Triggerung. Damit wird der Einsatz von Entkopplungsspulen sowie die Forderung nach Mindestleitungslängen zwischen den Installationsorten der beiden Ableiter überflüssig. Getriggerte Funkenstrecken können für nahezu alle beliebigen Zündspannungen ausgelegt werden.

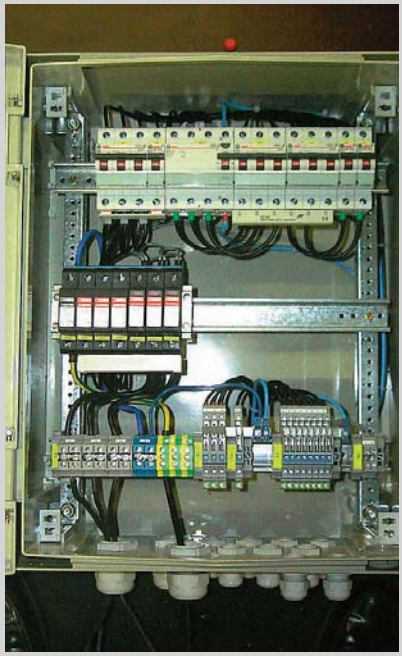
Sinnvoll für den Einsatz in 230/400 V-Systemen sind Zündspannungen von 0,9 kV und 1,5 kV. In besonderen Fällen ist auch eine Zündspannung von 2,5 kV denkbar. Aufgrund der I/U-Varistorkennlinie ist jedem Varistor für eine transiente Strombelastung eine Spannung zuzuordnen, bei der eine optimale Arbeitsweise in Hinblick auf die Ansprechhäufigkeit und die maximale Stoßstromamplitude erreicht wird. Diese Spannung wird bei gesteuerten Funkenstrecken als Triggerspannung ausgewählt.



❷ **Schaltschrank in konventioneller Ausführung**



❸ **Ansprechspannung der Funkenstrecke ist die Spannung für optimale Arbeitsweise des Varistors**



❹ **Schaltschrank mit FLT...CTRL in 3+1-Schaltung (sieben Teilerbreiten)**

Nun kann eine solche Funkenstrecke direkt – ohne Entkopplungselement – mit dem ausgewählten Varistor parallel geschaltet werden (Bild ❸).

Diese Lösung verbessert nicht nur die Funktion der Kommutierung des Stoßstroms vom Varistor auf die Funkenstrecke, sondern spart auch Kosten und Platz im Schaltschrank.

$$U_{AF} = U_{Trigg} = U_{VarOpt}$$

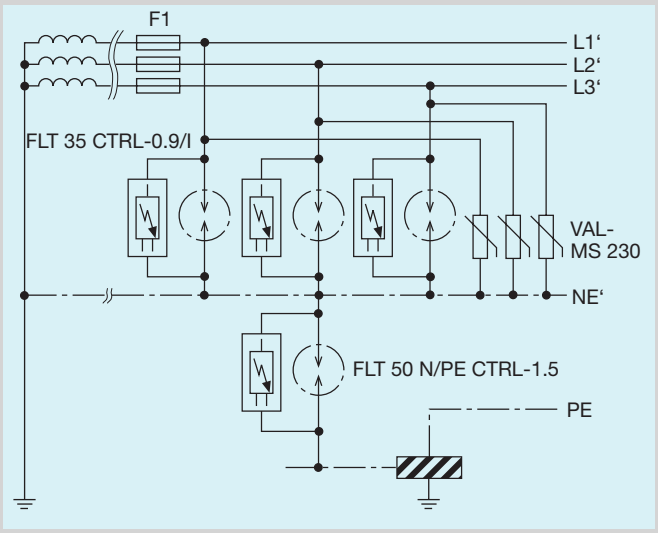
U_{AF} Ansprechspannung der Funkenstrecke
U_{Trigg} Spannung für die Triggerung
U_{VarOpt} Varistorspannung für eine optimierte Arbeitsweise

Für die Funktion dieser Schaltung, die als Aktive Energie-Steuerung (AEC) bekannt ist, besteht keine Abhängigkeit von der Steilheit (dem Anstieg) des transienten Stroms. Sehr steile Impulse werden nicht zu einer Zündung der Funkenstrecke führen, wenn nicht die Stromamplitude, die erreicht werden darf, im Varistor vorhanden ist und damit nicht die Triggerspannung entsteht. Andererseits wird die Funkenstrecke auch bei sehr flachen Anstiegen des Stroms zünden, sobald der Punkt erreicht ist, der für eine optimale Arbeitsweise der Schaltung nicht überschritten werden soll (Bild ❹).

Der Vergleich mit dem konventionellen Schaltschrank zeigt die Platzersparnis bei Verwendung der neuen Technologie. In beiden Installationen ist die „3+1"-Schaltung, wie sie nach DINV/VDE V 0100-534 für TT-Stromversorgungssysteme anzuwenden ist, umgesetzt. Bei dieser Schaltung werden die Ableiter für die einzelnen Phasen L1, L2 und L3 zum N-Leiter geschaltet und vom N-Leiter zum PE/PAS eine Summenstrom-Funkenstrecke eingesetzt. Auch die Summenstrom-Funkenstrecke ist in der Applikation getriggert (Bild ❺).

Zusätzlich zu der Notwendigkeit, die „3+1"-Schaltung in TT-Stromversorgungssystemen einzusetzen, bietet diese Schaltung den Vorteil, dass sie in TN-S-Systemen ebenfalls verwendet werden kann. Bei für Basisstationen vorgefertigten Schaltschränken braucht der Elektroinstallateur nicht mehr bei diesen unterschiedlichen Systemen auszuwählen.

Nicht aus technischen, jedoch aus kommerziellen Gründen wird die Frage nach der Widerstandsfähigkeit von getriggerten Funkenstrecken bei den zu erwartenden großen Energien am Ort einer direkten Blitzentladung ins Gespräch gebracht. Es hat viele Prüfungen nach E DIN VDE 0675-6 und IEC 61643 (Prüfung von Ableitern) sowie umfangreiche Lebensdauer-Untersuchungen gegeben. Sie haben gezeigt, dass gerade bei der Verwendung von getriggerten Funkenstrecken eine wesent-



❺ „3+1“-Schaltung mit der AEC-Technologie im TT-System

lich höhere Lebensdauer der Gesamtschaltung, also auch für die Varistoren, erreicht wird. Bei Stoßstrom- und Netzfolgestromtests wurden die getriggerten Funkenstrecken bis über 8.000 mal gezündet und mussten jedesmal den Netzfolgestrom selbständig löschen.

Fazit

Getriggerte Blitzstromableiter-Funkenstrecken vereinfachen und verbessern die Funktion des Überspannungsschutzes. Es werden sowohl große Energien aus direkten und indirekten Blitzentladungen in die Anlage der Mobilfunk-Basisstationen als auch geringere Energien aus entfernten Blitzeinschlägen sowie anderen Störquellen abgeleitet.

Diese neue Technologie bietet Vorteile gegenüber einem konventionellen Schutzkonzept mit induktiver Entkopplung. Damit wird eine höhere Verfügbarkeit der elektronischen Einrichtungen erreicht.

Literatur

[1] *Wetter, M.*: Blitzstromableiter und Überspannungsableiter aktiv koordiniert. Elektropraktiker 54 (2000) 7, S. 590 – 592

[2] *Danowsky, V.*: Neue Wege in der Blitzstromableiter-Technologie. de 18/2000

[3] *Wetter, M.*: Kompaktes Überspannungsschutzsystem mit aktiver Energiesteuerung. etz 1-2/2001

[4] *Wetter, M.*; *Scheibe, K., Schimanski, J.*: Lebensdauer-Untersuchungen an elektronisch gezündeten Blitzstromableitern. 3. VDE/ABB-Blitzschutztagung, Oktober 1999

[5] *Schimanski, J.; Scheibe, K.; Wetter, M.*: Blitz- und Überspannungsschutz in Basisstationen von Mobilfunkanlagen – Praktische Erfahrungen

[6] *Schimanski, J.*: TRABTECH-Basics, Ausgabe 31.01.01 Phoenix Contact