

LightningController MC, neue geschlossene Blitzstromableiter mit erweitertem Betriebsbereich

Christof Drilling, Markus Droidner, Ernst Jordan, Jan Meppelink, Jürgen Trinkwald

Offene, ausblasende Blitzstromableiter erfordern besondere Sorgfalt bei der Installation. Eine neue geschlossene Mehrfachfunkenstrecke mit Grafitelektroden vermeidet diese Nachteile und bietet mehr Sicherheit und neue Anwendungen.

Einleitung

Ein Blitzeinschlag erzeugt an der Erdsimpeanz eine gefährlich hohe Stoßspannung, die zur Zerstörung der Isolation, Feuer und Personengefährdung führt. Abhilfe schaffen Blitzstromableiter, weil sie den transienten Blitzschutz-Potentialausgleich bewirken. Blitzstromableiter für höchste Anforderungen wurden bisher als offene, den Lichtbogen ausblasende Funkenstrecken realisiert [1,2]. Dabei sind die konstruktionsbedingten Gefahren des Druckaufbaus in geschlossenen Installationskästen und die mögliche Brandgefährdung von Stoffen durch geeignete Maßnahmen zu berücksichtigen. Eine neue geschlossene Mehrfachfunkenstrecke mit Grafitelektroden vermeidet diese Nachteile und bietet vollkommen neue Anwendungsmöglichkeiten.

Grundfunktion des Blitzstromableiters

Bild 1a zeigt beispielhaft ein TN-C-System. Bild 1b zeigt die Simulation der Vorgänge in der Phase L1 bei einem direkten Blitzeinschlag in den Anlagenerder. Die Funkenstrecke spricht an, leitet den Blitzstrom in das Netz, führt und löscht den Netzfolgestrom. Der Vergleich mit dem prospektiven Netzfolgestrom $i(BL1P)$ in Bild 1b zeigt die Unterdrückung des Netzfolgestromes durch den Aufbau einer Gegenspannung in der Funkenstrecke und die Unterbrechung vor dem natürlichen Stromnulldurchgang.

Aus der Grundfunktion ergeben sich folgende Ziele für die Neuentwicklung: Niedrige Ansprechspannung und damit ein Schutzpegel unterhalb der Bemessungs-Stoßspannung, starke Unterdrückung des Netzfolgestromes, Rück-

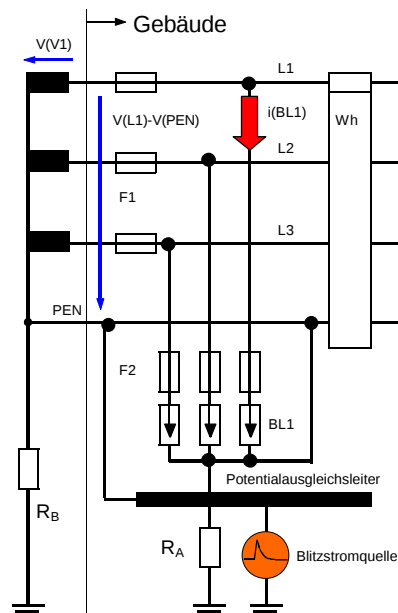


Bild 1a Anordnung von Blitzstromableitern im Netz und Einkopplung eines Blitzstoßstromes 10/350µs mit 200 kA Scheitelwert. BL1: Blitzstromableiter; F1: Hauptsicherung; F2: Separate Vorsicherung; R_A: An-

zündungsfreiheit und geringe Alterung

Konzeption des neuen Blitzstromableiters

Bild 2 zeigt den neuen Blitzstromableiter. Zur Unterdrückung des Netzfolgestromes ist eine Gegenspannung erforderlich, die in den bisherigen technischen Lösungen z. B. durch Verlängerung des Lichtbogens, durch Kühlung oder Hartgas realisiert wurde. Eine Funkenstrecke in einem geschlossenen Gehäuse verbietet sich auf den ersten Blick, da der Druckaufbau durch die Lichtbogenenergie schwer beherrschbar wird. Bei dieser Funkenstrecke wird

Dipl.-Ing. Christof Drilling, Dipl.-Ing. Markus Droidner und Ing (grad) Ernst Jordan sind Mitarbeiter der BET Blitzschutz und EMV Technologiezentrum GmbH in Menden. Dr.-Ing. Jan Meppelink ist Professor für Hochspannungstechnik an der Universität Gesamthochschule Paderborn, Abt. Soest, FB16,, und wissenschaftlicher Berater im BET. Dipl.-Ing. Jürgen Trinkwald ist Leiter der Entwicklung ESV EL.-Schutz-u. Verbindungssysteme, OBO Bettermann GmbH.

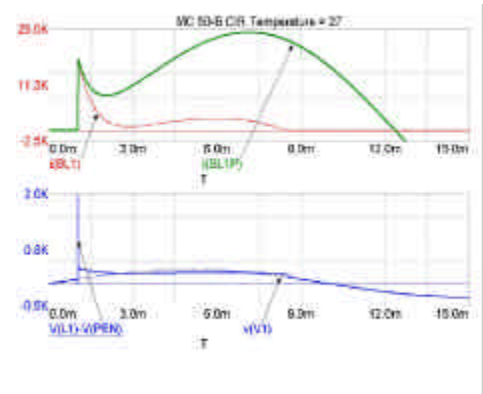


Bild 1b Simulation der Ausgleichsvorgänge in Bild 1a für den Blitzstromableiter MC 50-B.

statt eines Lichtbogens eine Reihenschaltung mehrerer Funkenstrecken mit sehr kleinen Schlagweiten angewendet. Der Spannungsabfall summiert sich als Anoden- und Kathoden-



Bild 2 Neuer Blitzstromableiter:

fall des diffusen Plasmas aller Teilfunkenstrecken und baut so die erforderliche Gegenspannung zur Unterdrückung des Netzfolgestromes auf. Ein Ausblasen des Lichtbogens entfällt. Da die Lichtbogenlänge in den Teilfunkenstrecken praktisch zu Null wird, ist der Druckaufbau gering und erlaubt ein geschlossenes Gehäuse.

Funkenstreckenelektroden aus Grafit zeigen auch bei höchsten Blitzstoßströmen praktisch keinen Abbrand, da kein Metall von den Elektroden abdampft, das sich bei konventionellen Funkenstrecken auf den Isolierstoffen niederschlagen kann und die Performance im Langzeitbetrieb nachteilig beeinflusst. Die Verwendung von Grafit sichert daher die Langzeitstabilität der Ansprechspannung.

Zum Ansprechen einer n-fach-Mehrfachfunkenstrecke ist eine kapazitive Spannungssteuerung der (n-1) verbleibenden Teilfunkenstrecken erforderlich. Die erste Funkenstrecke bleibt ungesteuert und erfüllt damit die Forderung nach der Leckstromfreiheit. Bei einem Blitzeinschlag zündet daher die erste Teilfunkenstrecke zuerst, die (n-1) Teilfunkenstrecken werden dann sukzessive durchzündet. Dadurch wird die geringe Ansprechspannung unter 2 kV möglich.

Konstruktiver Aufbau.

Bild 3 zeigt den konstruktiven Aufbau. Die Funkenstrecke besteht aus 9 gekapselten Teilfunkenstrecken. Der Abstand der Elektroden wird durch thermisch stabiles und plasmafestes Teflon erzielt. Zum Erreichen einer geringen Ansprechspannung werden die Elektroden der 9 Teilfunkenstrecken gemäß Bild 3b durch 8 SMD-Kondensatoren kapazitiv gesteuert. Die Ansprechspannung bleibt unter 2 kV. Die Funkenstrecke ist gemäß Bild 3c für eine einfache Revision oder den Austausch steckbar ausgeführt. Die Anschlußdrähte lassen sich mit der Doppelklemme für max. 35mm² Querschnitte EMV-gerecht in V-Form anschließen. Bild 3 zeigt den kompletten LightningController MC 50-B und Bild 4 zeigt eine N-PE-Funkenstrecke des Typs MC 125-B/NPE für den Einsatz in der 3+1-Schaltung, die vorteilhaft in allen Netzformen eingesetzt werden darf. Die N-PE-Funkenstrecke besteht aus



A) Grafitfunkenstrecken



B) Kapazitive Steuerung



C) Steckbarer Blitzstromableiter mit V-Anschluß



Bild 3 : Aufbau des LightningControllers MC 50-B für 50 kA 10/350µs und 25kA Folgestromlöschvermögen

zwei Grafitfunkenstecken, deren Elektroden jedoch für einen Stoßstrom von 125 kA 10/350µs ausgelegt sind. Auch dieses Gerät ist als geschlossene Funkenstrecke aufgebaut.

Testergebnisse

Die neuen LightningController MC 5 wurden nach den geltenden VDE- und IEC Normen /3/ typengeprüft. Bild 5 zeigt den Test mit Stoßstrom /4/ von 50 kA der Form 10/350µs im Vergleich mit einem konventionellen Blitzstromableiter LA 60-B.

Ableitvermögen

Das Nenn-Ableitvermögen des neuen Blitzstromableiters MC 50-B beträgt 50 kA 10/350µs. Damit werden selbst die höchsten Anforderungen /5/ in 1 phasigen Netzen abgedeckt. Die neue N-PE-Funkenstrecke leitet 125 kA 10/350µs ab und deckt selbst erhöhte Anforderungen der Blitzschutzklasse I in TT-Netzen, auch oberhalb einer Stromaufteilung von 50 % auf die Funkenstrecke.

Folgestromlöschvermögen

Der neue LightningController MC 50-B wird ohne separate Vorsicherung eingebaut, weil er selbständig Kurzschlußströme bis 25 kA (prospektiv) durch seine hohe Folgestromunterdrückung beherrscht. Bild 6 zeigt eine Typenprüfung des Folgestromlöschver-



Bild 4 LightningController MC 125-B/NPE für 125 kA 10/350µs, (N-PE-Funkenstrecke)



Bild 5 Blitzstromableiter im Vergleich
Oben: LightningController MC 50-B
Unten: Konventionell ausblasender Blitzstromableiter LA 60-B

mögens für einen prospektiven Kurzschlußstrom von 25 kA, $\cos\phi = 0,2$. Für eine Anwendung in Gleichstromnetzen ist die von der Funkenstrecke aufgebaute Gegenspannung vorteilhaft einsetzbar.

Isolationskoordination

Die Funkenstrecke des neuen Blitzstromableiters ist leckstromfrei und daher im Vorzählerbereich einsetzbar.

Der Schutzpegel (Ansprechspannung der Funkenstrecke) von 2 kV liegt selbst unterhalb der Bemessungsstoßspannung für die Überspannungskategorie III nach /6/. Daher sind die neuen LightningController MC auch als B-Ableiter in 120-240 Volt Einphasennetzen mit Mittelpunkt einsetzbar. Bild 7 zeigt den Vergleich der Ansprech-Blitzstoßspannung des neuen Blitzstromableiters mit einem konventionellen ausblasendem Ableiter. Der neue Ableiter MC 50-B zündet schneller bei kleinerer Ansprechspannung und damit besserem Schutzpegel.

Die Koordination von Ableitern der Kategorie B,C und D /5/ erfordert eine Entkopplung durch eine Leitung der Länge l oder eine Spule der Induktivität L . Wegen des niedrigen Schutzpegels von 2 kV reicht hier eine kleinere Länge l bzw. eine kleinere Induktivität L , verglichen mit solchen B-Ableitern mit höherem Schutzpegel.

Betriebsverhalten

Die geschlossenen LightningController MC werden in jede Verteilung einge-

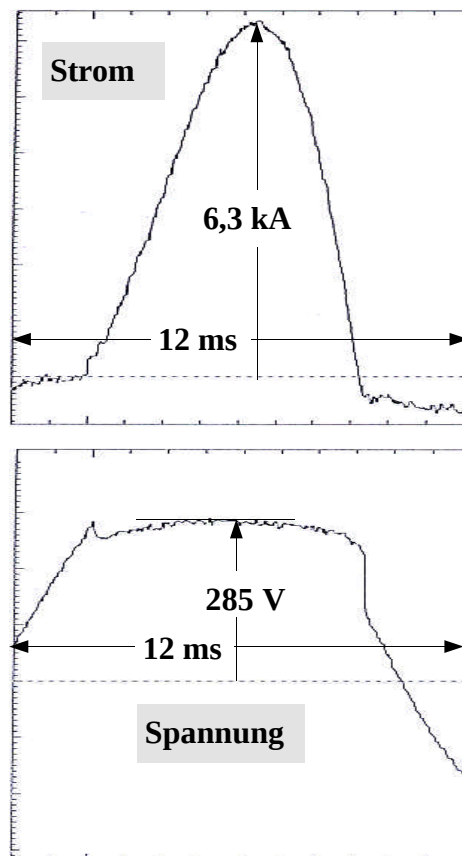


Bild 6 Folgestromlöschvermögen bei einem prospektiven Kurzschlußstrom von 25 kA, $\cos\phi = 0,2$. Die Funkenstrecke wurde bei einem Phasenwinkel von 30 Grad durch einen Stoßstrom (nicht in diesem Oszillogramm enthalten) gezündet.

baut, ohne zusätzliche Druckentlastung des Gehäuses und ohne Mindestabstände zu elektrischen Leitungen innerhalb der Verteilung, wie es bei ausblasenden Ableitern unbedingt notwendig ist. Wegen der ge-

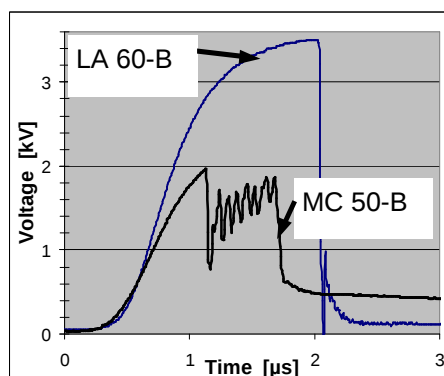


Bild 7 Ansprech-Blitzstoßspannung 1,2/50µs des neuen LightningControllers im Vergleich mit dem konventionellen, ausblasendem Ableiter.

schlossenen Funkenstrecke besteht keine Brandgefährdung.

EMV Anforderungen

Die Anschlüsse sind V-förmig angeordnet und ermöglichen daher einen optimalen Schutzpegel der Ableiter nach /5/

Anschlüsse

Eine stoßstromfeste Doppelklemme für 35 mm² (Bild 3) bietet die Möglichkeit der Durchkontaktierung und einen V-förmigen Anschluß der Leiter für einen Nennstrom von 100 A. Durch den unteren seitlichen Verbindungskanal am Ableiter (siehe Bild 3 und 4) erübrigt sich der Einsatz von Phasenschienen und externen Brücken.

Revision

Der neue Lightning Controller MC 50-B ist steckbar und daher leicht für eine Revision im laufenden Betrieb zu entfernen. Somit erfüllt er auch in diesem Punkt die Anforderungen nach /7/.

Bild 8 zeigt das Isolationsprüfgerät zur Funktionsprüfung der Ableiter nach /7/.



Bild 8 Isolationsprüfgerät

Literatur

/1/ K.Scheibe, J.Schimanski, "Practical experiences with surge protection devices", Proceedings of 24th International Conference on Lightning Protection (ICEL.), pp.801-807, Birmingham,1998.

/2/ J.Pospiech, F.Noack, R.Brocke, P.Hasse, P.Zahlmann, "Self blast spark gaps: a new solution for lightning current arresters in low-voltage mains", Proceedings of 24th International Conference on Lightning Protection (ICLP), pp.746-751, Birmingham,1998.

/3/ E DIN VDE 0675 Teil 6 und Anhänge A1 und A2. Überspannungsableiter zur Verwendung in Wechselstromnetzen mit Nennspannungen zwischen 100V und 1000V

IEC 61643-1 Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems- Part 1: Performance requirements and testing methods.

/4/ C.Drilling, M.Droldner, E.G.Jordan, J.Meppelink, : Blitzschutzeinrichtungen auf dem Prüfstand. etz Elektrotechnik +Autom. 119 (1998) H. 3-4, S. 68-69.

/5/ DIN V VDE V 0100-534. Elektrische Anlagen von Gebäuden. Teil 534: Auswahl und Einrichtung von Betriebsmitteln. Überspannungsschutzeinrichtungen.

/6/ DIN VDE 0110-1:04.1997
Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen.

/7/ VDEW Richtlinie 1998

Überspannungsschutzeinrichtungen der Anforderungsklasse B. Verlags und Wirtschaftsgesellschaft der Elektrizitätswerke m.b.H.-VDEW

