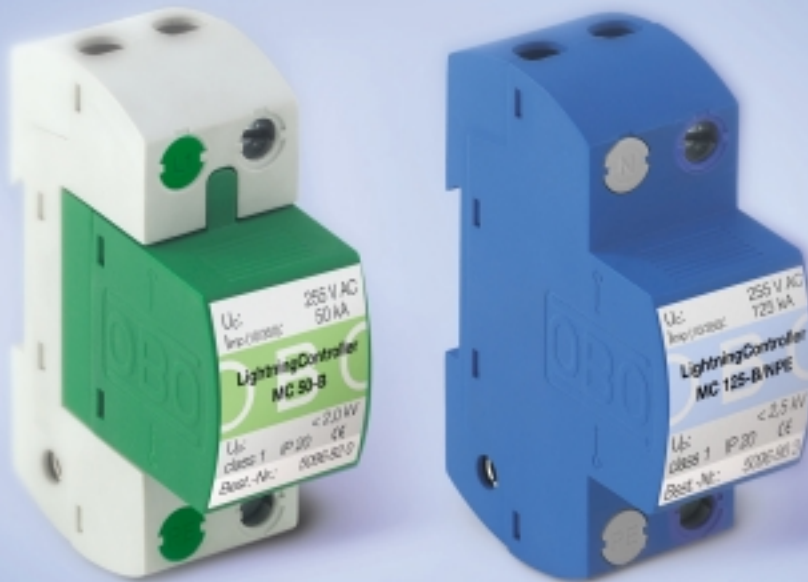


etz

Elektrotechnik + Automation

Auf die inneren Werte kommt es an.
Die neuen OBO LightningController sind da.



Die Funkenstrecken-Ableiter in neuartiger Multi-Carbon Technologie – der Blitzstrom geht durch und nichts bläst mehr aus!

www.obo.de



OBO
BETTERMANN

**Geschlossene Blitzstrom-
ableiter mit erweitertem
Betriebsbereich**

von

C. Drilling • M. Droidner • E. Jordan
J. Meppelink • J. Trinkwald

Geschlossene Blitzstromableiter mit erweitertem Betriebsbereich

C. Drilling • M. Droidner • E. Jordan • J. Meppelink • J. Trinkwald

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

Ein Blitzschlag erzeugt an der Erdungsimpedanz eine gefährlich hohe Stoßspannung, die zur Zerstörung der Isolierung führt. Abhilfe schaffen Blitzstromableiter, da sie den transienten Blitzschutz-Potenzialausgleich 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 Verteilergehäusen und die mögliche Brandgefährdung von Stoffen durch geeignete Maßnahmen zu berücksichtigen. Eine geschlossene Mehrfachfunkenstrecke mit Grafitelektroden vermeidet diese Nachteile und bietet neue Anwendungsmöglichkeiten.

Grundfunktion und Konzeption des Blitzstromableiters

In Bild 1a ist ein TN-C-System dargestellt. Bild 1b zeigt die Simulation der Vorgänge in Außenleiter L1 bei einem direkten Blitzschlag in den Anlagenerder. Die Funkenstrecke spricht an, leitet den Blitzstrom in das Netz, führt und löscht den Netzfolgestrom. Der Vergleich mit dem prospektiven (unbeeinflussten) Kurzschlussstrom i_p in Bild 1b zeigt die Unterdrückung des Netzfolgestroms i_f 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:

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- und Verbindungssysteme der OBO Bettermann GmbH.

Niedrige Ansprechspannung und damit ein Schutzpegel unterhalb der Bemessungs-Stoßspannung, starke Unterdrückung des Netzfolgestroms, Rückzündungsfreiheit und geringe Alterung.

Bild 3 zeigt den neuen Blitzstromableiter MC 50-B. Zur Unterdrückung des Netzfolgestroms ist eine Gegenspannung erforderlich, die in den bisherigen technischen Lösungen – z. B. durch Verlängerung des Lichtbogens – mit Kühlung oder Hartgas realisiert wurde. Eine Funkenstrecke in einem geschlossenen Gehäuse verbietet sich auf den ersten Blick, da der Druckaufbau wegen der Lichtbogenenergie schwer beherrschbar wird. Bei dieser Funkenstrecke wird statt eines Lichtbogens eine Reihenschaltung mehrerer Funkenstrecken mit sehr kleinen Schlagweiten angewendet. Der Spannungsfall summiert sich als Anoden- und Kathodenfall des diffusen Plasmas aller Teilfunkenstrecken und baut so die erforderliche Gegenspannung zur Unterdrückung des Netzfolgestroms 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. Bei der Typenprüfung gemäß Bild 6 wurde an der Neunfach-Funkenstrecke nach Bild 2a ein Spannungsfall von 285 V gemessen, so dass auf jede Teilfunkenstrecke ein Spannungsfall von etwa 30 V entsteht. Durch Vergrößerung der Zahl der Teilfunkenstrecken ist daher auch eine völlig folgestromfreie Funkenstrecke möglich. Die Funkenstrecke ist wegen der durch die Zahl der Teilfunkenstrecken einstellbaren Gegenspannung für Gleichstromnetze geeignet. Dazu muss die von der Funken-

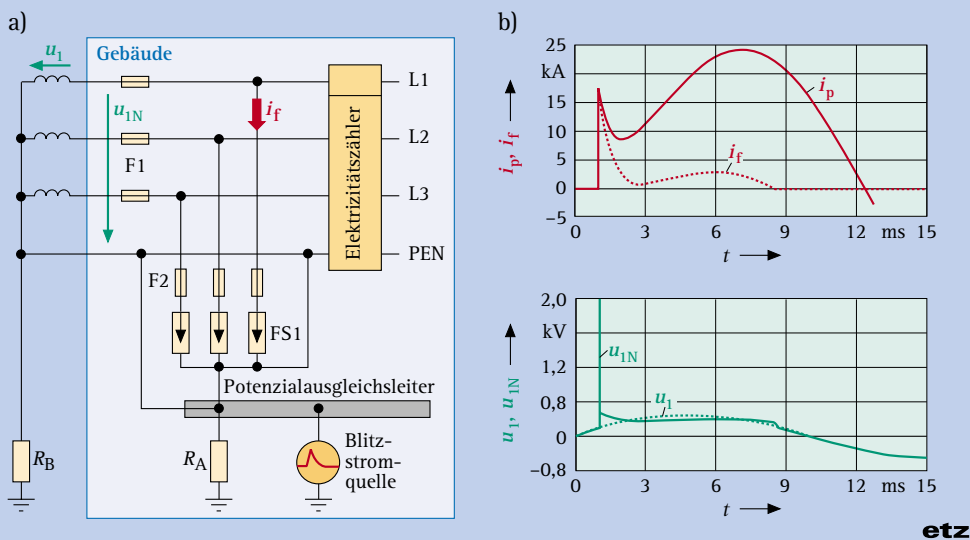


Bild 1.

- a) Anordnung von Blitzstromableitern im Netz und Einkopplung eines Blitzstoßstroms 10/350 μ s mit 200 kA Scheitelwert
 FS1 Blitzstromableiter R_A Anlagenerder
 F1 Hauptsicherung R_B Betriebserder
 F2 Separate Vorsicherung
- b) Simulation der Ausgleichsvorgänge in Bild 1a für den Blitzstromableiter MC 50-B
 i_p prospektiver Kurzschlussstrom i_f Netzfolgestrom

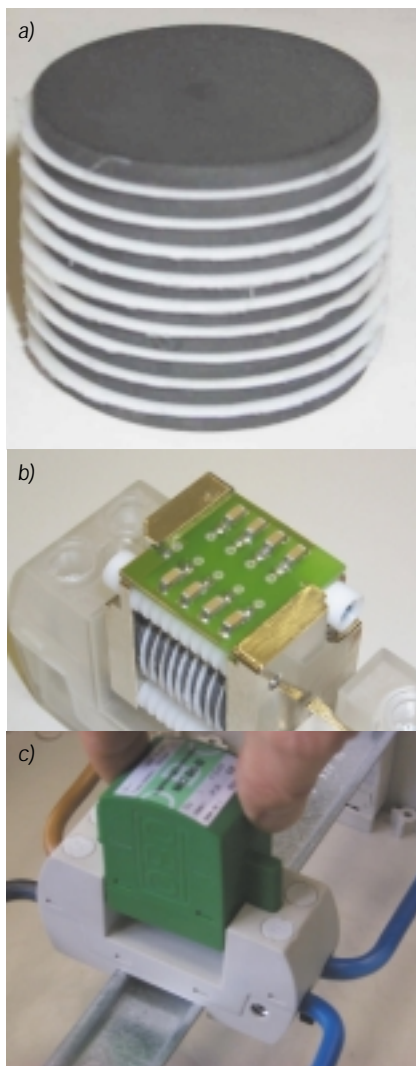


Bild 2. Aufbau des MC 50-B für 50 kA 10/350 μ s und 25 kA Folgestromlöschvermögen
 a) Grafitfunkenstrecken
 b) Kapazitive Steuerung
 c) Steckbarer Blitzstromableiter mit V-Anschluss

strecke aufgebaute Gegenspannung lediglich größer als die Nenn-Gleichspannung gewählt werden.

Funkenstreckenelektroden aus Grafit (Bild 2a) 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 Leistungsfähigkeit 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 $(n-1)$ -Teilfunken-

strecken werden dann sukzessive durchzündet. Damit wird die geringe Ansprechspannung unter 2 kV möglich.

Konstruktiver Aufbau

Die Funkenstrecke des LightningController MC 50-B besteht aus neun gekapselten Teilfunkenstrecken. Der Abstand der Elektroden wird durch thermisch stabiles und plasmafestes Teflon erzielt. Zum Erreichen einer geringen Ansprechspannung werden die Elektroden der neun Teilfunkenstrecken von acht SMD-Kondensatoren kapazitiv gesteuert (Bild 2b). Die Ansprechspannung bleibt unter 2 kV. Die Funkenstrecke ist für eine einfache Revision oder den Austausch steckbar ausgeführt (Bild 2c). Die Dimensionierung der LightningController MC berücksichtigt die elektrodynamischen Kräfte des Stoßstroms. Kräfte auf die angeschlossenen Leiter wirken vor allem auf die Klemmverbindung. Der Kontakt in den Klemmen ist für die genormten Stoßströme so konstruiert, dass keine Funkenbildung und keine Erosion der Kontakte durch lokales Abschmelzen von Metall an der Kontaktstelle auftritt und der angeschlossene Leiter selbst bei einem Blitzstrom von 125 kA noch sicher in der Klemme gehalten wird. Daher wurden keine Käfigzugbügel, sondern massive M8-Schraubklemmen verwendet. Die Anschlussdrähte lassen sich mit der Doppelklemme für max. 35 mm² Querschnitt EMV-gerecht in V-Form anschließen. 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 zwei Grafitfunkenstrecken, deren Elektroden jedoch für einen Stoßstrom von 125 kA 10/350 μ s ausgelegt sind. Auch dieses Gerät ist als geschlossene Funkenstrecke aufgebaut.

Testergebnisse

Die LightningController MC wurden nach den geltenden VDE- und IEC-Normen [3, 4] typgeprüft. Bild 5 zeigt den Test mit Stoßstrom [5] von 50 kA der Form 10/350 μ s im Vergleich mit einem konventionellen Blitzstromableiter des Typs LA 60-B. Dabei werden die Vorteile LightningController MC sichtbar. Während der konventionell ausblasende Blitzstromableiter heißes Plasma ausbläst, bleibt der neue LightningController MC 50-B frei von jeglichem Plasma und eignet sich daher für die problemlose Installation in IP-Gehäusen neben Hausanschlusskästen, Verteilungen, Schalt-schränken und Niederspannungsschaltanlagen.



Bild 3. Blitzstromableiter LightningController MC 50-B



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

Das Nenn-Ableitvermögen des Blitzstromableiters MC 50-B beträgt 50 kA 10/350 μ s. Damit werden selbst die höchsten Anforderungen [6] in einphasigen Netzen abgedeckt. In TT-Netzen werden besondere Anforderungen an die N-PE-Funkenstrecken gestellt. Standardmäßig wird bei einem Blitzeinschlag in die äußere Blitzschutzanlage eine Stromverteilung von 50 % in den Anlagenerder und 50 % über die Blitzstromableiter in das Netz angenommen. Tatsächlich hängt diese Aufteilung von den vor Ort gegebenen Erdungswiderständen ab. In der Blitzschutzklasse I wird ein Blitzstrom von 200 kA 10/350 μ s zugrunde gelegt, daher werden 100 kA über die Blitzstromableiter in das Netz fließen. Die neue N-PE-Funkenstrecke leitet 125 kA 10/350 μ s ab und deckt selbst erhöhte Anforderungen der Blitzschutzklasse I in TT-Netzen, auch oberhalb einer Stromaufteilung von 50 % auf die Funkenstrecke.

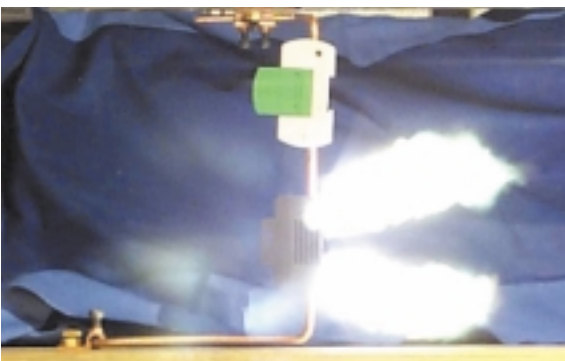


Bild 5. Blitzstromableiter im Vergleich: LightningController MC 50-B (oben) und konventionell ausblasender Blitzstromableiter LA 60-B (unten)

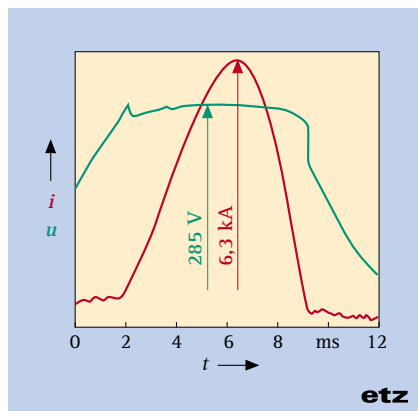


Bild 6. Folgestromlöschvermögen bei einem prospektiven Kurzschlussstrom von 25 kA, $\cos \varphi = 0,2$ ind. Die Funkenstrecke wurde bei einem Phasenwinkel von 30° durch einen Stoßstrom (nicht in diesem Oszillogramm enthalten) gezündet

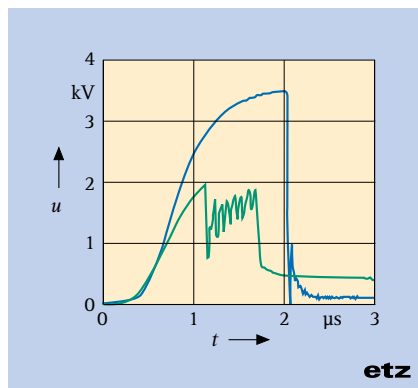


Bild 7. Ansprech-Blitzstoßspannung $1,2/50 \mu\text{s}$ des neuen LightningControllers (grün) im Vergleich mit dem konventionellen, ausblasenden Ableiter (blau)

Der MC 50-B wird ohne separate Vor-sicherung eingebaut, weil er selbstständig Kurzschlussströme bis 25 kA (prospektiv) aufgrund seiner hohen Folgestromunterdrückung beherrscht. Bild 6 zeigt eine Typenprüfung des Folgestromlöschvermögens für einen prospektiven Kurzschlussstrom von 25 kA, $\cos \varphi = 0,2$ ind. Für eine Anwendung in Gleichstromnetzen ist

die von der Funkenstrecke aufgebaute Gegenspannung vorteilhaft einsetzbar.

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

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

Die Koordination von Ableitern der Kategorie B, C und D [6] erfordert eine Entkopplung durch eine Leitung der Länge l oder eine Spule der Induktivität L . Diese Entkopplung stellt sicher, dass der Blitzstrom auf die Blitzstromableiter in der Kategorie B kommutiert, nachdem vorab die Überspannungsableiter in der Kategorie D und C für wenige μs Teil-Blitzströme geführt haben. Wegen des niedrigen Schutzpegels von 2 kV reicht hier eine kleinere Leitungslänge l bzw. eine kleinere Induktivität L , verglichen mit solchen B-Ableitern mit höherem Schutzpegel.

Betriebsverhalten

Die geschlossenen LightningController MC werden in jede Verteilung eingebaut, ohne zusätzliche Druckentlastung des Gehäuses und ohne Mindestabstände zu elektrischen Leitungen innerhalb der Verteilung, wie es bei ausblasenden Ableitern unbedingt notwendig ist. Wegen der geschlossenen Funkenstrecke besteht keine Brandgefährdung.

Die Anschlüsse sind V-förmig angeordnet und ermöglichen daher einen optimalen Schutzpegel der Ableiter nach [6]

Eine stoßstromfeste Doppelklemme für 35 mm^2 ermöglicht die Durchkontaktierung und einen V-förmigen Anschluss der Leiter für einen Nennstrom von 100 A. Durch den unteren seitlichen Verbindungskanal am Ableiter (siehe Bilder 2 und 4) erübrigt sich der Einsatz von Phasenschielen und externen Brücken. Dadurch wird die Montagezeit deutlich verringert.

Der LightningController 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 [8]. Bild 8 zeigt das Isolationsprüfgerät zur Funktionsprüfung der Ableiter nach [8].



Bild 8. Isolationsprüfgerät

Literatur

- [1] Scheibe, K.; Schimanski, J.: Practical experiences with surge protection devices. Proceedings of 24th International Conference on Lightning Protection (ICLP), S. 801 – 807, Birmingham: School of Engineering and Advanced Technology, 1998. Zu beziehen über Dr. Moofik al-Tai, School of Engineering and Advanced Technology, P. O. Box 33, Beaconside, Stafford, ST18 0DF, United Kingdom
- [2] Pospiech, J.; Noack, F.; Brocke, R.; Hasse, P.; Zahlmann, P.: Self blast spark gaps: A new solution for lightning current arresters in low-voltage mains. Proceedings of 24th International Conference on Lightning Protection (ICLP), S. 746 – 751, Birmingham: School of Engineering and Advanced Technology, 1998. Zu beziehen über Dr. Moofik al-Tai, School of Engineering and Advanced Technology, P. O. Box 33, Beaconside, Stafford, ST18 0DF, United Kingdom
- [3] E DIN VDE 0675-6 (VDE 0675 Teil 6):1989-11 Überspannungsableiter zur Verwendung in Wechselstromnetzen mit Nennspannungen zwischen 100 V und 1000 V. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [4] IEC 61643-1:1998-02 Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Part 1: Performance requirements and testing methods. Genf: Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale. Zu beziehen über VDE VERLAG, Berlin · Offenbach
- [5] Drilling, C.; Droidner, M.; Jordan, E. G.; Meppelink, J.: Blitzschutzeinrichtungen auf dem Prüfstand. etz Elektrotech. + Autom. 119 (1998) H. 3-4, S. 68-69
- [6] DIN V VDE V 0100-534 (VDE V 0100 Teil 534):1999-04 Elektrische Anlagen von Gebäuden – Teil 534: Auswahl und Einrichtung von Betriebsmitteln – Überspannungs-Schutzeinrichtungen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [7] DIN VDE 0110-1 (VDE 0110 Teil 1):1997-04 Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [8] Überspannungs-Schutzeinrichtungen der Anforderungskategorie B. Richtlinie für den Einsatz in Hauptstromversorgungssystemen. VDEW-Richtlinie. Frankfurt/M.: Verl. und Wirtschaftsges. der Elektrizitätswerke (VVEW)