Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 78 (1987)

Heft: 9

Artikel: Zerstörte Varistoren im Niederspannungsnetz

Autor: Montandon, E:

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-903857

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 04.07.2025

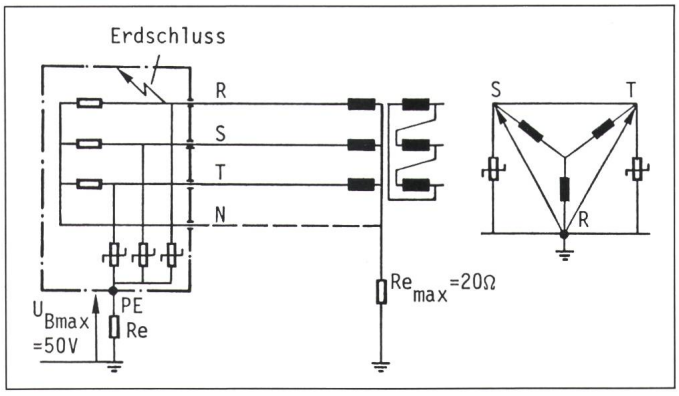
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Zerstörte Varistoren im Niederspannungsnetz

E. Montandon

Problemstellung

Varistoren werden häufig als Schutzelemente gegen transiente Überspannungen im Niederspannungsnetz eingesetzt, und zwar in der Regel zwischen spannungsführenden Leitern und Schutzleiter. In der letzten Zeit sind immer wieder Fälle von Varistorzerstörungen bekannt geworden, die alle dieselbe, einfache Ursache haben, nämlich: Die Varistoren für 220 V Nennspannung gelangen auch in schutzgeerdeten Netzen (TT) zur Anwendung, wo bekanntlich – im Gegensatz zum genullten Netz – bei einem Phasenerdschluss die Spannung zwischen den «gesunden» Phasen gegen Schutzerde auf die verkettete Spannung von 380 V ansteigt (Fig. 1). Dabei werden sämtliche Varistoren dieser Phasen nach kurzer Zeit thermisch zerstört.



Figur 1
Erdschluss der Phase R im schutzgeerdeten Netz
Die Phasenspannungen S und T betragen 380 V gegen den Schutzleiter PE

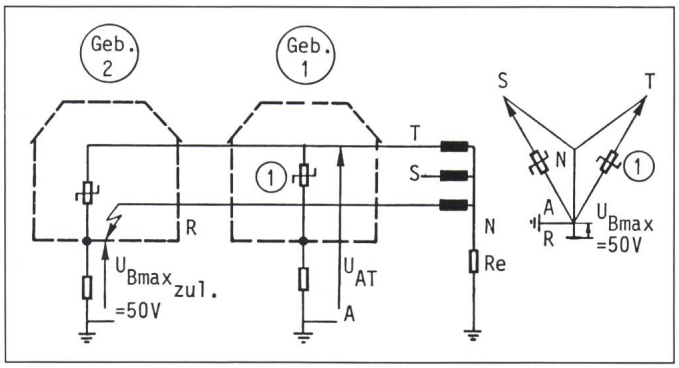
Schadenausbreitung

Schutzgeerdete Netze findet man in erster Linie in ländlichen Gegenden mit ausgedehnten Freileitungsanschlüssen. In den Prospekten von Schutzelement-Herstellern und -Vertreibern findet sich meist kein klarer Hinweis betreffend den Einsatz in schutzgeerdeten Netzen, und der Käufer von mit Varistoren bestückten Klemmen und Zwischensteckern zum Schutz von netzgespeisten Geräten schenkt der Erdungsart seiner Installation meist keine besondere Beachtung. Insbesondere ist auch zu beachten, dass die erhöhte Spannung nicht nur in jenem Gebäude, wo der Erdschluss besteht, sondern im ganzen am gleichen Transformator angeschlossene Verteilnetz auftritt, wodurch je nach Zahl der Varistoren ein erhebliches «Schutzelementesterben» ausgelöst wird (Fig. 2).

Abhilfe

Wenn möglich – d.h. Nullungsbedingungen erfüllt – soll die Schutzerdung (TT) durch Nullung (TN) ersetzt werden, so dass auch im Erdschlussfall keine höheren Spannungen als die Phasenspannungen gegen den Schutzleiter auftreten können.

In schutzgeerdeten Netzen besteht die einfachste Massnahme in der Verwendung von Varistoren, welche die *verkettete* Betriebsspannung schadlos ertragen. Empfohlen sind Typen für eine Dauerbetriebsspannung von 460 Veff, deren 1-mA-Punkt bei 750 V nominal liegt. Das Schutzniveau gegen Überspannungen wird damit allerdings verschlechtert. Eine andere Möglichkeit besteht in der Anwendung von Ventilableitern (Ableiter mit Funkenstrecke in Serie zum Varistor), da diese bei der verketteten Spannung noch nicht zünden. Wird aber ein solcher Ventilableiter gezündet (z.B. durch Blitzschlag) und entsteht im Netz dann ein satter Erdschluss, so löscht der gezündete Ableiter nicht, sofern die Löschspannung des Ableiters nicht für die verkettete Spannung ausgelegt ist.



Figur 2
Kleinste mögliche Spannung U_{AT} im Gebäude 1 im schutzgeerdeten Netz bei Phasenerdschluss im Gebäude 2
$U_{ATmin} \approx 340$ V bei $U_{RT} = 380$ V

Adresse des Autors
E. Montandon, GD PTT, Abt. Forschung und Entwicklung, 3000 Bern 29

Durchbruch in der Supraleitung: Neue Supraleiter mit höherer Sprungtemperatur

Den beiden Forschern *J. G. Bednorz* und *K. A. Müller* vom IBM-Forschungslaboratorium in Rüschlikon ist ein entscheidender Durchbruch auf dem Gebiete der Supraleitung gelungen. Sie entdeckten eine neue Klasse von Materialien, die schon bei viel höheren Temperaturen als bis anhin supraleitend werden. Diese bahnbrechende Entdeckung eröffnet sowohl neue Perspektiven fundamentaler wissenschaftlicher Natur als auch neue Dimensionen der Anwendung der Supraleiter in Wissenschaft und Technik.

1911 entdeckte der holländische Physiker *Kamerlingh-Onnes,* dass unterhalb einer Temperatur von -269 °C der Widerstand des Quecksilbers sprunghaft gänzlich verschwindet (Fig. 1). Kurze Zeit später wurde das Verschwinden des elektrischen Widerstandes von Blei bei 7 K festgestellt. Seither sind stetig höhere Sprungtemperaturen bei verschiedenen Metallen beobachtet worden; 1973 wurden an der intermetallischen Verbindung Nb_3Ge (Niob Germanium) 23,3 K erreicht. Die für die Supraleitung notwendigen Temperaturen können nur durch Kühlung mit flüssigem Helium erreicht werden, das eine sehr kleine Wärmekapazität hat. Somit werden grosse Mengen dieser teuren Flüssigkeit gebraucht. Es ist deshalb von grosser Wichtigkeit, neue Verbindungen mit höheren Sprungtemperaturen zu finden, welche mit flüssigem Wasserstoff, Neon oder gar Stickstoff gekühlt werden könnten.

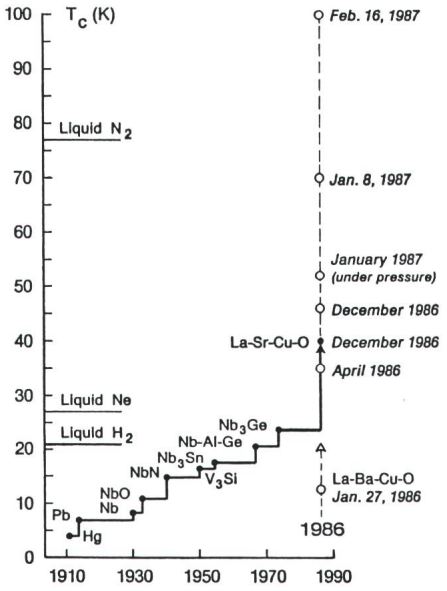
Als Anwendung von Supraleitern wurde ihr Einsatz zur verlustlosen, elektrischen Energieübertragung und bei der Erzeugung von hohen Magnetfeldern in Spulen ins Auge gefasst. Dem jedoch steht entgegen, dass bei der Energieübertragung die Leiter mit flüssigem Helium gekühlt werden müssten. Bei der Erzeugung von hohen Magnetfeldern muss zudem berücksichtigt werden, dass trotz entsprechender Kühlung die Magnetfelder selbst die Supraleitung wieder zerstören können. Dieses Verschwinden der Supraleitung tritt ein, wenn das Magnetfeld einen kritischen, materialspezifischen Grenzwert überschreitet und in den Leiter eindringt. Bei den in den fünfziger Jahren entdeckten intermetallischen Verbindungen, etwa Nb_3Sn (Niob Zinn) oder NbN (Niob Stickstoff), verschwindet die Supraleitung erst allmählich bei 20 T, einem Feld, das etwa zehnmal grösser ist als die Magnetfelder, die man heute mit herkömmlichen Elektromagneten mit Eisenkern erzeugt. Damit ist es möglich, Hochfeldmagnete zu bauen, die bei der Hochenergiephysik zur Ablenkung der Elektronen oder Protonen Verwendung finden. Hochfeldsupramagnete haben auch die Kernresonanztomographie in der Medizin möglich gemacht. Eine weitere Anwendung ist der Josephson-Effekt. Dabei wird die sehr nichtlineare Strom-Spannungs-Kennlinie bei einem Supraleiter-Oxid-Supraleiter-Kontakt benutzt. Damit ist es möglich, äusserst kleine Magnetfelder zu messen, wie sie bei Hirnströmen vorhanden oder bei der Messung von Gravitationsquantenwellen notwendig sind. Die hochgradige Nichtlinearität der Stromspannungs-Charakteristik ermöglicht es, Josephsonelemente bei Mikrowellenempfängern und Signalprozessoren bis hinunter zu Submillimeter-Wellenlängen zu verwenden. Sie werden auch als genaueste Spannungsnormale benutzt.

Das neue Konzept

Das Konzept von *Bednorz* und *Müller* bei der Suche nach Supraleitung mit höheren Sprungtemperaturen war eine radikale Abkehr von den intermetallischen Verbindungen zugunsten von *metallischen Oxiden.* Zu diesem Entschluss führte ihre Analyse von Forschungsergebnissen aus verschiedenen Laboratorien, welche darauf hinwiesen, dass die für die Supraleitung nötige Wechselwirkung der Elektronen mit dem Gitter in Oxiden sehr gross werden kann, speziell bei Oxiden, welche Übergangsmetalle Nickel und Kupfer enthalten. Im Januar 1986 beobachteten Bednorz und Müller in dem mit etwas Barium substituierten metallischen Doppeloxid La_2CuO_4 (Lanthan-Kupfer-Oxid) erstmals Supraleitung. Der Beginn der Supraleitung lag bei maximal 35 K, eine grosse Erhöhung von den vorher bekannten 23,3 K. Das La_2CuO_4 ist eine Schichtstruktur aus alternierenden CuO_5-Oktaedern (Kupfer-Oxid) und LaO-Schichten (Lanthan-Oxid). Im Herbst 1986 konnten die beiden Forscher ihre bahnbrechende Entdeckung durch den durch die Supraleitung bedingten Magnetfeldausschluss erhärten.

In Europa und Amerika stiess die Rüschlikoner Arbeit vorerst auf Skepsis. Die erste Bestätigung erfolgte an der Universität in Tokio im November 1986. Das Lanthan-Kupfer-Doppeloxid kann aus den Oxiden von Lanthan und Kupfer einfach hergestellt werden, was auch technisch von Bedeutung ist. Etwa einen Monat nach den Ergebnissen aus Japan wurde in den USA der Beginn der Supraleitung durch Verwenden von Strontium- statt Barium-Substitution auf 41 K gesteigert. Eine Gruppe der Chinesischen Akademie der Wissenschaften in Peking erreichte unabhängig einen Beginn der Supraleitung bei 46 K. Unter hydrostatischem Druck erzielte die Houston-Gruppe (USA) 52 K. Dies weist auf die Möglichkeit hin, mit einem modifizierten Oxid über 77 K zu gelangen. In diesem Fall wäre es möglich, die Übertragungsleitungen mit flüssigem Stickstoff zu kühlen. Damit kann an Hochenergieübertragungen gedacht werden. Kürzlich meldete die «New York Times», in Houston habe man in einem weiteren Oxid eine Sprungtemperatur von 98 K gemessen. Die Vielzahl der erwähnten Aktivitäten zeigt, dass die Entdeckung einer neuen Klasse von Oxiden weltweites Interesse gefunden hat. Neueste Ergebnisse der Universität Genf an der in Rüschlikon gefundenen Substanz weisen darauf hin, dass das kritische Feld, bei der die Supraleitung aufhört, über 100 T liegt.

(Pressemitteilung IBM)



Figur 1