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: 65 (1974)

Heft: 10

Rubrik: Technische Mitteilungen = Communications de nature technique

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: 09.07.2025

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

Technische Mitteilungen – Communications de nature technique

Übertragung, Verteilung und Schaltung
Transmission, distribution et couplage

Studie eines geschlossenen Wasserkühlsystemes für 154 kV ölgefüllte Kabel

621.315.211.3 : 62-713.1

[Nach *T. Yamamoto* u. a.: Study of Integral Water Cooling System for 154 kV Self-Contained Oil-Filled Cables. Sumitomo Electric Technical Review -(1973)16, S. 23...30]

In den stark bevölkerten Städten Japans ist die Nachfrage nach elektrischer Energie in den letzten Jahren bemerkenswert angestiegen. Die Leistungsnachfrage beträgt jetzt schon mehr als 65 MVA/km², und es wird erwartet, dass sie in wenigen Jahren auf das Doppelte ansteigt. Die elektrische Energie wird vorwiegend durch 154-kV-Kabel verteilt. Um die Übertragungskapazität dieser Kabel zu erhöhen, wurden verschiedene Zwangskühlungssysteme untersucht. Bevor aber ein solches Kühlsystem in Betrieb genommen werden konnte, mussten die einzelnen Probleme wie Wasserkühlung, Ölkühlung und thermische Längsausdehnung studiert, geprüft und zuverlässige Kontroll- und Unterhaltsmethoden entwickelt werden. Zu diesem Zweck hatte man eine Versuchsstrecke gebaut, welche 17 Monate in Betrieb war.

Das im voraus festgelegte Versuchsprogramm sollte Aufschluss geben auf folgende Fragen:

1. Kann mit einem 2000 mm² Aluminiumkabel eine Dauerleistung von 500 MVA übertragen werden?
2. Muss auch das Öl im Kabel langsam fliessen, besonders um die Wärme aus den Kabelmuffen abzuführen?
3. Wie muss die radiale Ausdehnung des Kabels bei der starken Erwärmung kompensiert werden, und wie wirken sich die Temperaturschwankungen bei Belastungsänderungen aus? Wie wirkt sich die Längsdehnung aus?
4. Wie muss ein solchermassen gekühltes Kabelsystem im Normalbetrieb geführt werden und welche zeitliche und strommässige Überlastbarkeit ist unter Ausnahmebedingungen zulässig?

Nach Abschluss der Versuche ergab sich, dass mit einer Kühlwassermenge von weniger als 1 l/s die geforderte Leistung dauernd übertragen werden kann, das ist mehr als das Doppelte als bei natürlicher Kühlung, und dass eine Ölströmung von 3 cm³/s ausreicht, damit die Kabelmuffen sich nicht mehr als 7 °C stärker erwärmen als das Kabel.

Die in vertikalen Wellenlinien verlegten Kabel (Wellenlänge 8 m, Amplitude 10 cm) zeigten eine sehr geringe Längsverschiebung; eine radiale Verstärkung des Kabels durch Epoxyglas erwies sich als unnötig.

Bei plötzlichem Ausfall der Wasser- und der Ölkühlung kann das Kabel mit 500 MVA noch während 15 h betrieben werden, bzw. bei 750 MVA noch 36 min. Dabei steigt die Temperatur des Kabels auf 95 °C an. Im Normalbetrieb werden 80 °C als zulässige Temperatur betrachtet.

Die Verwendung eines geschlossenen Wasserkühlsystems ist also ein brauchbarer Weg, um in dicht besiedelten Gebieten die Übertragungskapazität der Kabel zu erhöhen. *A. Baumgartner*

Elektrische Nachrichtentechnik – Télécommunications

ISB-System – Ein Programm zur Reform des Rundfunks

621.396.74 : 621.3.029

[Nach einer Information von Siemens]

Ein Blick auf die politische Landkarte Europas macht das Dilemma deutlich: Zahlreiche Einzelstaaten auf relativ kleiner Fläche, die alle ihre eigenen Rundfunkprogramme ausstrahlen. Gerade die wichtigste Eigenschaft der amplitudenmodulierten (AM) Mittel- und Langwellensender, die überregionale Reichweite, ist durch die gegenseitige Störung weitgehend verloren gegangen. Dieser negative Zustand in den Frequenzüberlappungsbereichen wird noch durch den anhaltenden Trend zu immer höheren Senderleistungen verschärft. Man hat zwar in den Nahbereichen der Sendestationen mit dem frequenzmodulierten (FM) UKW-System gut funktionierende Regionalversorgungen aufgebaut. Dessen ungeachtet wird der Ruf nach verbesserten Fernempfangsmöglichkeiten immer dringender. Von einer Reform des dazu an sich prädestinierten AM-Systems würde beispielsweise der starke internationale Urlaubsverkehr und die über ganz Mitteleuropa verstreuten Gastarbeiter fühlbar profitieren. Das vom Hamburger Institut für Rundfunktechnik vorgeschlagene Independent-Side-Band (ISB)-System ist ein Programm zur Reform des AM-Rundfunks, das den Empfang des heimischen Senders auch im Ausland sichern würde. Für die erforderlichen Empfangsgeräte stellt Siemens nun als Ergebnis grundsätzlicher Systemstudien und Versuche zwei Baugruppenkonzepte zur Diskussion, die beide eine enge Verknüpfung von Bauelementetechnik und Schaltungskonzeption darstellen.

Bei einem AM-System befindet sich rechts und links der eigentlichen Senderfrequenz eines der sogenannten Seitenbänder, von denen jedes das komplette Sendeprogramm enthält. Diese Doppelseitenband(DSB)-Amplitudenmodulation ist die älteste Rundfunkübertragungstechnik. Der nach 1945 im Mittel- und Langwellenbereich entstandene Wellensalat könnte in einem DSB-System nur noch durch eine Verminderung der Senderzahl oder der Kanalbreiten beseitigt werden. Bei der heutigen politischen Situation in Europa kann man aber nicht damit rechnen, dass das eine oder andere Land sich zum Abbau eines Rundfunksenders bereit findet. Das Gegenteil könnte eher der Fall sein, denn viele Staaten bauen angesichts des grossen Bedarfs an allgemeiner Information noch weitere Sender für diese Wellenbereiche auf. Die Kanalbreite ist ebenfalls kaum verringerbar, wenn der Programmempfang nicht noch mehr leiden soll. Eine gewisse Abhilfe kann man eigentlich nur noch von der nächsten internationalen Wellenplankonferenz erhoffen, die für 1974/75 geplant ist und unter Berücksichtigung optimaler Störabstände die Sendefrequenzen im AM-DSB-Bereich neu verteilen soll.

Eine andere wirksame Möglichkeit zur Reform des AM-Systems sieht man angesichts der Sackgasse, in der sich die DSB-Technik befindet, im Verzicht auf jeweils eines der beiden Seitenbänder, die heute noch jeder AM-Sender ausstrahlt. Mit diesem Einseitenband(SSB)-System ergäbe sich sofort die beim DSB-System nicht realisierbare Verminderung der Kanalbreite. Mit den dann erforderlichen Empfängern liessen sich die physikalisch gegebenen Möglichkeiten der Mittelwellen für grosse Reichweiten wesentlich besser ausnutzen als bisher, da die Gebiete gegenseitiger Frequenzüberlappung weniger würden.

Die Vorteile der SSB-Technik hat man schon vor vielen Jahren erkannt. Um dieses System aber global einführen zu können, müsste man die Sendefrequenzen wiederum in einer Wellenkonferenz neu verteilen. Unter den gegebenen Verhältnissen ist es aber nicht möglich, dass sich alle beteiligten Länder auf einen speziellen SSB-Wellenplan einigen. Vor allem die wirtschaftlich schwachen Staaten in Südeuropa und Nordafrika würden eine Benachteiligung befürchten. Die Schwierigkeiten sind so gross, dass die Idee eines europäischen SSB-Systems zumindest für die nächsten 20 Jahre aufgegeben werden muss. Dies hat eine im Herbst 1972 in Brüssel abgehaltene Diskussionssitzung der European Broadcasting Union deutlich gezeigt.

Allen Umständen wird am besten das vom Institut für Rundfunktechnik vorgeschlagene ISB-System gerecht. Man kann damit auf beiden Seitenbändern eines Trägers zwei voneinander unabhängige Programme übertragen, so dass jede Sendeanstalt ihre Programmkanäle bei gleichbleibender Senderzahl verdoppeln könnte, was beim DSB-System jedenfalls unmöglich ist. Eingeführt werden könnte dieses System, das hinsichtlich Bandausnutzung und Schwundverzerrungen die gleichen Vorteile wie das SSB-System bietet, bezüglich der Interferenzstörungen sogar noch besser ist, ohne grosse Schwierigkeiten auf nationaler Ebene. Damit wären Staaten mit entsprechendem Programmangebot und technisch-wirtschaftlichem Entwicklungsstand nicht weiter an das entwicklungshemmende DSB-System gebunden. Sie könnten ohne langwierige internationale Verhandlungen allein vorgehen und schrittweise ein ISB-Netz aufbauen. Dies scheint der einzig gangbare Weg zu sein.

Mit den heutigen Rundfunkempfangsgeräten wären allerdings ISB-Programme nicht zu empfangen. Es sind spezielle Empfänger erforderlich, die im hauptsächlichen Hörbereich zwischen 150 und 4000 Hz die beiden Seitenbänder mit mindestens 40 dB trennen. Beim Sender hält man eine Kompression der Dynamik von 30 dB für zweckmässig. Die beiden Vorschläge für einen ISB-Empfänger unterscheiden sich im wesentlichen nur durch die Art der Unterdrückung des jeweils unerwünschten Seitenbandes. Dabei arbeitet ein in Dünnschichttechnik konzipierter 90°-Phasenschieber (0,1 % Toleranz) bei einer Lösung im Bereich von 150 Hz bis 4 kHz, bei der anderen Variante im Bereich von 150 Hz bis 2 kHz.

Da ein ISB-Empfänger insgesamt schärfere Forderungen erfüllen muss als ein konventionelles Gerät, stünde dem Empfang von SSB- und DSB-Signalen nichts im Wege. Ein wesentlich verbesserter DSB-Empfang würde sich sofort durch die Möglichkeit der Wahl des jeweils weniger gestörten Seitenbandes ergeben. Diese und eine Reihe weiterer Merkmale brächten jedenfalls eine steigende Hörerzahl dazu, die K-, M- und L-Bänder wieder stärker zu nutzen. Die zunehmende Hörerzahl könnte wiederum die Rundfunkanstalten veranlassen, in diesen Bändern zusätzliche Programme anzubieten, was der Einführung eines ISB-Systems sicher sehr zustatten käme.

Verschiedenes – Divers

Blitzschutzprobleme

621.316.933

Nachdem in den letzten Jahren zwei Bücher über den Blitzschutz in englischer Sprache erschienen sind und an der 13. Internationalen Blitzschutzkonferenz in Portorož im Herbst 1973 der Wunsch nach einer Angleichung der grundsätzlichen Anforderungen der Länder an den Blitzschutz zum Ausdruck kam, mag eine gedrängte Darstellung sowohl gemeinsamer wie auch divergierender Anschauungen von Interesse sein. Dies um so mehr, als mit dem Abschluss der Blitzstrom-Messungen auf dem Monte San Salvatore die wissenschaftliche statistische Grundlage des Blitzschutzes gesichert sein dürfte.

Die Frage nach dem Bedürfnis eines Schutzes für verschiedene Objekte z. B. wird in England und Australien durch die Aufstellung von Gefährdungsziffern zu lösen versucht, die den einzelnen Einflüssen Rechnung tragen, welche den Blitzschutz mehr oder weniger notwendig erscheinen lassen. Die Bemessung des Schutzes muss sodann mechanischen, thermischen und elektrischen Anforderungen genügen. Dafür werden die heute bekannten statistischen Daten des Blitzstromes herangezogen, nämlich für mechanische und thermische Wirkungen das Integral $\int i^2 dt$ des Blitzstromes; für die elektrischen Wirkungen insbesondere der induktive Spannungsabfall $L\, di/dt$ und der Ohmsche Abfall Ri; für Schmelzwirkungen des Blitzfunkens auf Leitern die elektrische Ladung des Blitzstromes $\int i\, dt$. Während sich die Anforderungen an den Leiterquerschnitt in den verschiedenen Ländervorschriften heute schon stark genähert haben, bestehen praktische Schwierigkeiten bei der Durchführung der theoretischen Forderungen, die sich bei der Näherung der Blitzschutzanlage an elektrische Installationen ergeben. Da ein direkter Einbezug derselben nicht oder nur über Überspannungsableiter möglich ist, sind minimale Anforderungen einzuhalten, für welche Regeln bestehen. Dass im übrigen alle grösseren Metallteile eines Gebäudes untereinander verbunden und möglichst vermascht werden sollen, bildet heute einen international anerkannten Grundsatz, ebenso die Erkenntnis, dass der beste und in gewissen Fällen einzig wirksame Schutz nur von einem Faraday-Käfig gewährleistet wird. Weniger bekannt dürfte sein, dass die Erkenntnis der Schutzwirkung des Faraday-Käfigs bereits auf *C. Maxwell* zurückgeht. Es ist auch zu empfehlen, alle Metallmassen eines Gebäudes auch dann, wenn dieses nicht mit einem eigentlichen Blitzschutz versehen ist, zusammenzuschliessen, weil auf diese Weise bereits ein weitgehender Personenschutz erreicht wird. Während in England, Australien, Ungarn und Südafrika für kleine Häuser mit weniger als 100 m² Grundfläche oder 30 m Umfang noch eine einzige Ableitung zulässig ist, verlangen die übrigen Ländervorschriften mindestens zwei Ableitungen und tendieren dabei stark auf die weitere Mitbenützung sog. «Hilfsableitungen», insbesondere der Regen-Ablaufrohre.

Schrittspannungen auf dem Erdboden können durch Steuerelektroden reduziert werden; bestes Beispiel dafür bildet der sog. Fundamenterder. Armierte Betonbauten und Stahlskelettbauten haben, sofern die Armierung von oben bis unten in den Boden durchgeht, einen hohen Blitzschutzwert. Die Selbsterdung solcher Bauten wird heute noch nicht allgemein anerkannt. Die heikle Frage der «Erdung» von Antennen und Dachständern wie die Frage des in Polen und Schweden verbreiteten vereinfachten Blitzableiters für Scheunen und einfache Bauernhäuser («Do-it-yourself»-Blitzschutz), haben zu wesentlichen Einsparungen und daher zu einer entsprechend grossen Verbreitung des Blitzschutzes geführt.

Besondere Blitzschutzprobleme bestehen bei den elektrischen Minenzündern, die beim Stollen- und Tunnelbau zur Verwendung kommen. Die Lösung wurde ca. 1960 mit der Entwicklung und Einführung besonderer «hoch-unempfindlicher» Minenzünder (HU-Zünder) gefunden. Seit ihrer Einführung sind schwere Unfälle nicht mehr vorgekommen. Einen Spezialfall bilden auch die Radarnasen an Flugzeugen. Als Lösung wird eine zentrale Metallspitze vor der Radarnase mit passender Verbindung zum Rumpf erwähnt. Ein dritter Spezialfall liegt vor beim Schutz von grossen Tanks mit brennbaren Flüssigkeiten. Es muss darauf geachtet werden, dass eingeführte Messleitungen z. B. für Temperaturmessung nicht zu Funken führen, wenn ein Blitzeinschlag in den Tank passiert, da sonst schwere Brände oder Explosionen entstehen.

Ganzmetallkarosserien von Autos, Bahnwagen und Flugzeugen sind wohl die wichtigsten Faraday-Käfige, wobei stets darauf zu achten ist, dass überall dort, wo der Käfig durchbrochen wird, unter Umständen besondere Massnahmen zu treffen sind.

Zuletzt seien Verhaltensregeln von Personen gegenüber Blitzgefahren erwähnt. Der Personenschutz wird am besten gewährleistet durch den Aufenthalt in blitzgeschützten Räumen. Im Freien besteht bekanntlich die grösste Blitzgefährdung beim Stehen oder Sitzen unter Bäumen jedwelcher Art. Gefährlich ist auch der Aufenthalt in Booten mit hohen Masten, in ungeschützten Zelten, auf Gratwanderungen in den Bergen sowie beim Baden in offenen Gewässern. Bei einer Überraschung durch Gewitter empfiehlt sich im offenen Gelände das Niederknien wenn möglich auf eine trockene (isolierende) Decke mit eng geschlossenen Füssen oder in Hockestellung nur auf den Füssen, keinesfalls durch Liegen auf dem Boden.

Wie kaum ein zweites ist das Blitzschutzproblem ein Problem des Ermessens, d. h. ein Problem des Abwägens oder des Kompromisses, wie weit der Schutz gewahrt werden soll. Dies folgt schon daraus, dass der Blitzstrom selber in weiten Grenzen variiert, nämlich zwischen 100 und einigen 100 000 A. Ähnlich ist die Streuung bei den übrigen Kenndaten des Blitzes. Wie weit soll geschützt werden? Dies ist auch eine Frage für den Statistiker und den Versicherungsfachman. Soll auf den Blitzschutz verzichtet werden, weil es in vielen Fällen billiger ist, eine Versicherung abzuschliessen als einen Blitzschutz zu installieren und zu unterhalten? Offenbar ist der Blitzschutz auch ein menschliches, psychologisches Problem. Diese vielen Ermessensfragen zeigen, dass es einfacher ist, Empfehlungen für den Blitzschutz zu entwerfen, als ein Blitzschutzgesetz. Auf internationaler Basis dürften daher lediglich gemeinsame Empfehlungen in Frage kommen, aber keine mehr oder weniger zwingenden Vorschriften, wie dies auf dem Gebiet der Elektrotechnik von der CEI erstrebt wird.

K. Berger