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: 76 (1985)

Heft: 15

Artikel: Erfolgreiche EMC '85 Zürich

Autor: Szentkuti, B.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904655

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: 17.07.2025

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

Erfolgreiche EMC '85 Zürich

6. Symposium und Technische Ausstellung über Elektromagnetische Verträglichkeit, EMV, vom 5. bis 7. März 1985 in Zürich

Weiterhin wachsendes Interesse an der EMV

850 Teilnehmer aus 26 Ländern, 43 Aussteller und eine Zuwachsrate von 35% gegenüber der EMC 1983: Diese Zahlen belegen das wachsende Interesse an der EMV und den hohen Stand dieser Konferenzreihe, welche dieses Jahr ihr zehnjähriges Bestehen feiern durfte.

Wie schon 1983 fand die Konferenz unter der Schirmherrschaft von PTT-Generaldirektor *R. Trachsel*, mit der Unterstützung des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) und unter der Mitarbeit zahlreicher nationaler und internationaler Organisationen statt. Sie wurde vom Institut für Kommunikationstechnik der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich organisiert. Prof. *P. Leuthold* war Präsident der Konferenz, der Organisation stand Dr. *T. Dvořák* und dem technischen Programm Prof. *R. M. Showers* (USA) vor. 116 Beiträge[1] in 19 Sitzungen (Tab. I), 5 Seminare (Workshops), 2 Podiumsgespräche, die Ausstellung und zwei Firmenbesichtigungen bildeten das technische Programm. Cocktailparty, Bankett, Autoren-Lunch und ein Damenprogramm trugen zusätzlich zu einer guten Atmosphäre bei.

Mit dem Ansetzen von fünf Seminaren und von vielen einführenden Übersichtsreferaten haben die Organisatoren dem starken Bedürfnis entsprochen, dem Nichtspezialisten den Zugang zu verschiedenen Sachgebieten zu erleichtern. Die Lektüre dieser Übersichtsvorträge kann technischen Managern und Anfängern in diesen Sachgebieten empfohlen werden [A1; A2; C2; E1; E4; H1; H2; K1; M2; O1; R1].

Die Seminare und Podiumsgespräche behandelten rechnergestützte Arbeitsmethoden, Messtechnik bei der Untersuchung biologischer Wirkungen, Filter und Überspannungsableiter gegen EMP, EMP-Prüfausrüstungen, Eichmethoden bei offenen Feldstärkemessplätzen, EMV in der Fernmeldetechnik, transiente Störungen; ferner wurde der «URSI-Bericht» zum nuklearen EMP und zu seinen Auswirkungen diskutiert.

[1] Der Konferenzband [1] ist für Fr. 100.– beim Institut für Kommunikationstechnik, ETHZ, CH-8092 Zürich, erhältlich.

Adresse des Autors

B. Szentkuti, Generaldirektion PTT, Forschung und Entwicklung, 3000 Bern 29.

Tabelle I

Sitzungsthemen	
A	Automatisierte EMV-Messungen
B	Elektrostatische Entladungen (ESE)
C	Künstlich ausgelöste Blitze («triggered lightning»)
D	EMV-Messtechnik
E	EMV bei gedruckten Schaltungen
F	Elektromagnetischer Blitzimpuls («Lightning Electromagnetic Pulse», LEMP)
G	Elektromagnetische Wirkungen auf biologische Systeme
H	Statistische Gesichtspunkte bei Störsignalen und Grenzwerten
I	Elektromagnetische Phänomene bei der Energieübertragung
J	EMV-Rechnerprogramme
K	EMV in der Mikroelektronik
L	Nuklearer elektromagnetischer Impuls (NEMP)
M	Transiente Vorgänge auf Netz- und Datenleitungen
N	Statistische Theorie der EMV
O	Bandspreiztechnik («Spread Spectrum») und Mobilfunktechnik
P	Schirmung und Kopplung
Q	Leistungselektronik
R	Grundprobleme der Spektrumnutzung
S	System-EMV und Schutzmassnahmen

Moderne Elektronik im Vordergrund

Die elektronischen Schaltkreise standen im Zentrum zweier Sitzungen [E; K]. Der Entwickler gedruckter Schaltungen muss vor allem an richtige Erdung, Leitungsführung, Symmetrierung und Filterung denken. Leider haben handelsübliche integrierte Schaltungen in ihrem Gehäuse oft eine ungünstige Leitungsführung oder zwingen eine solche bei ihrem Einbau auf [E2]. Das Befolgen einiger einfacher Konstruktionsregeln ermöglicht, ohne wesentlichen Mehraufwand, auch bei Hochfrequenzschaltungen die Immunität zu erhöhen [H4].

Verglichen mit früheren Konferenzen gab es wesentlich mehr Beiträge über transiente Vorgänge, d.h. über kurze Einzelvorgänge, wie sie bei Blitz, NEMP, elektrostatischen Entladungen (ESE) und Schaltvorgängen im Netz entstehen [B; C; F; L; M; I; Q]. Das erhöhte Interesse an diesen Problemen ist eine direkte Folge der Verbreitung der modernen, insbesondere der digitalen Mikroelektronik und der damit verbundenen Verträglichkeitsprobleme. Moderne Elektronik arbeitet mit niedrigen Leistungspegeln, lässt sich aber auch mit kleinen Leistungen – kurzen Impulsen – stören oder sogar zerstören.

Bessere Koordination des Schutzes gegen transiente Vorgänge

Das Bestreben zur Vereinheitlichung der Schutzmassnahmen gegenüber den verschiedenen Arten von transienten Vorgängen hat sich verstärkt. Dies verlangt nach besserer Kenntnis und Analyse dieser Phänomene. Mehrere Autoren haben die Spektren von NEMP (Nuklearer elektomagnetischer Puls), Blitz und ESE (Elektrostatische Entladung) verglichen und, was die induzierten Feldstärken betrifft, etwa folgendes festgestellt [F4; F5; F6]: Unterhalb 1 MHz ist der Blitzeinschlag in einigen Metern Entfernung und der Boden-EMP dominant und etwa gleichwertig, oberhalb von 10 MHz sind die ESE in etwa 5 cm Distanz und der Hoch-EMP dominant und etwa gleichwertig; die unterschiedlich grosse räumliche Auswirkung dieser Felder ist jedoch entscheidend.

Die Analogien zwischen elektromagnetischen Blitzimpulsen (LEMP) und NEMP erlauben, mittels künstlich ausgelöster Blitze [C], die Wirkung von NEMP-Feldern qualitativ zu verifizieren [L8]. Diese Analogien haben der Blitzforschung neue Auftriebe gegeben, man interessiert sich nicht nur für den Blitzstrom, sondern auch für den LEMP. Für LEMP-Berechnungen wurde ein neues Blitzmodell vorgeschlagen: eine Wanderwellen-Stromquelle [F2].

Auf praktische Verbesserungen des Überspannungsschutzes zielten jene Arbeiten hin, die auf Alterungsprobleme und richtige Dimensionierung der Varistoren hinwiesen [M4], oder integrierte Grob- und Feinschutzelemente vorstellten [S6].

Fragezeichen zur Prüfung der Immunität gegen transiente Vorgänge

In verschiedenen Beiträgen wurde darauf hingewiesen, dass trotz detaillierter Vorschriften die Reproduzierbarkeit der Prüfungen mit transienten Spannungen oft unbefriedigend ausfällt. Bei der netzseitigen Prüfung ist deshalb der Erdung und der Wirkung von Trennfiltern besondere Beachtung zu schenken [M2; M3; Q2]. Bei der ESE können schnelle, in den Prüfnormen nicht vorgesehene Entladungen entstehen, deren Wirkung in der Praxis jedoch signifikant ist. Phy-

sikalische Modelle für die schnelle Entladung und Verbesserungen zu den bestehenden Normen wurden vorgeschlagen [B1, B4].

Untersuchungen zur Grösse von transienten Spannungen im Netz, auf Datenleitungen oder in Unterstationen können dazu beitragen, die geforderten Prüfwerte besser abzustützen [M1; M5; I6].

Energietechnik und Leistungselektronik

Mit zwei Sitzungen war diesen Themen mehr Platz eingeräumt als an früheren Konferenzen [I; Q]. Viele Beiträge befassten sich mit den elektromagnetischen und numerischen Aspekten bei der Ermittlung der eingekoppelten Störsignale. Neue Wege für die EMV-Planung von Energieübertragungsleitungen hat eine Arbeit aufgezeigt, welche statistische Optimierungsverfahren anwendet [I1]. Zur Verbesserung des Leistungsfaktors und zur Herabsetzung des Oberwellengehaltes von Stromrichtern wurde eine geeignete Impulsbreitenmodulation zur Steuerung der Leistungstransistoren oder der abschaltbaren Thyristoren (GTO) vorgeschlagen [Q3]. Zum besseren Verständnis und damit zur besseren Bekämpfung der Entstehung von Störspannungen in elektrischen Kleinmotoren kann eine rechnergestützte Analyse des Kommutationsvorganges verhelfen [Q4].

Grundsätzliche Betrachtungen zu Schirmung und Kopplung

Die Probleme der Schirmung und Kopplung gehören zum grösseren Rahmen des Elektromagnetismus, sie wurden denn auch in vielen Sitzungen tangiert. Unter den numerischen Methoden geniesst das Programmpaket NEC (Numerical Electromagnetic Code) dank seines guten Managements und Unterhalts den besten Ruf und grösste Verbreitung [J1]. Es zeichnen sich vermehrt Anstrengungen ab, elektromagnetische Probleme direkt im Zeitbereich zu lösen, also nicht über den Umweg des Frequenzbereiches und der Fouriertransformation. Ein gutes Beispiel hierfür gab jene Methode, welche eine zeitliche und räumliche Diskretisierung vornimmt, wobei der Raum in elementare Leitungen aufgeteilt wird («transmission line modeling» [L6]).

Zwei Beiträge fielen durch ihre grundsätzlichen Betrachtungsweisen auf: Der erste ermittelt formal die Schirmwirkung von Gehäusen in Funktion der relevanten Grössen, nämlich der Feldstärke und der induzierten Spannungen in der Schaltung. Antennentheorie und Reziprozitätsgesetz dienen zur Herleitung der Zusammenhänge [P3]. Der zweite gibt globale obere Grenzen für die zulässige Beeinflussung eines Mehrtors (Black box) durch EMP an. Die obere Grenze wird mittels der Norm des Zeitbereichverhaltens der einzelnen Tore angegeben. Diese Zeitbereichnorm ist analog zu den Vektornormen der linearen Algebra [L5].

In näherer Zukunft wird sich erweisen müssen, wie gut diese beiden theoretischen Ansätze sich auch in der Praxis bewähren.

Das Spektrum optimal nutzen

Vier Sitzungen [H; N; O; R] befassten sich fast ausschliesslich mit der Funktechnik: mit der statistischen Beschreibung der Störumgebung und mit ihrer Auswirkung auf den Empfang sowie mit der optimalen Nutzung des Spektrums, das wie eine endliche Ressource der Funktechnik zu betrachten ist. Im Vordergrund der Frequenzplanung standen die Mobilfunktechnik (akute Nachfrage und Engpässe bei den Frequenzen) und die Satellitenfunktechnik (bevorstehende grosse Verbreitung). Die optimale Nutzung des Spektrums verlangt den sinnvoll konzipierten Einsatz neuer Techniken, z.B. der Bandspreiztechnik oder der Zellenfunknetze, und eine auf möglichst genauen Angaben basierende Frequenzplanung. Genaue Angaben erlauben nämlich kleinere Sicherheitsmargen und damit bessere Nutzung des Spektrums. Zahlreiche Beiträge zeigten, welch wichtige Rolle hierbei rechnergestützte Methoden spielen: Geländedaten, Senderstandorte und -frequenzen sowie Wellenausbreitungsmodelle können miteinander verarbeitet werden [J2; J3; O7; R4; R5]. Im Verlaufe dieser und früherer EMV-Konferenzen profilierte sich Kanada als das Land mit der konsequentesten Anwendung moderner Methoden in der Frequenzplanung [O5; R5; R6].

Eine oft diskutierte Frage der Bandspreiztechnik ist der Ausnützungsgrad des Spektrums. Es wurde gezeigt, dass die Bandspreiztechnik mit Code-Vielfachzugriff bei konventionellen Funknetzen einen kleineren, bei Zellenfunknetzen etwa den gleichen Ausnützungsgrad hat wie die üblichen Frequenzvielfachsysteme [O4]. Es scheint, dass sogar eine bessere Ausnützung möglich ist, allerdings nur mit zusätzlichen Massnahmen, wie z.B. mit automatischer Pegelregelung [O3].

Bessere Messtechnik dank Fortschritten bei Hard- und Software

Die Sitzungen über Messtechnik konzentrierten sich auf die Automatisierung der Messplätze und auf die Erzeugung von homogenen elektromagnetischen Feldern für Immunitätsmessungen [A; D]. Die Automatisierung wird durch die modernen Empfänger und Spektrumanalysatoren wesentlich erleichtert. Die Grenze zwischen diesen beiden Gerätetypen wird zunehmend verwischt, ihre Vorteile werden kombiniert. Mitlaufende Vorfilter verleihen Spektrumanalysatoren nahezu Empfängerqualität [D6], und digital steuerbare Empfänger werden praktisch zu Spektrum-Analysatoren. Analyse- und Steuerroutinen wurden vorgestellt, die die wichtige Unterscheidung zwischen Schmal- und Breitbandstörsignalen automatisch vornehmen [A1; D5]. Trotz dieser Fortschritte erfordern EMV-Messungen immer noch erfahrene Fachkräfte, will man nicht bloss «in viel kürzerer Zeit als früher viel mehr falsche Messwerte erhalten als früher» [A1].

Wirkung auf biologische Systeme

Auf dem langen Weg zum besseren Verständnis und zur besseren Beurteilung der Wirkung elektromagnetischer Felder auf Mensch und Tier wurden weitere Mosaiksteine zusammengetragen [G]. Sicher von Interesse sind die Ergebnisse einer statistischen Untersuchung aus China, die auf mögliche Wirkungen unterhalb der «thermischen Grenze» hindeuten [G1], sowie die Feststellung, dass bei metallischen Brillengestellen die Feldstärke lokal erhöht werden kann [G7].

Die Ausstellung präsentierte den Stand der Technik

Die Ausstellung bewies, dass die in den Sitzungsbeiträgen umrissenen Möglichkeiten der Technik nicht nur auf dem Papier existieren. Für EMV-Messungen entwickelte Spektrumanalysatoren, digital gesteuerte Messempfänger mit komfortabler Software und faseroptische Verbindungen zu Messsonden gehören zur Selbstverständlichkeit. Das Angebot an Mitteln zur Schirmung, zur Filterung und zum Überspannungsschutz hat sich noch mehr ausgeweitet und entspricht ebenfalls dem neusten Stand der Technik. In Sachen EMV-Wissen kommen verschiedene Firmen mit Beratungs- und Schulungstätigkeit der akuten Nachfrage entgegen.

Ehrungen

Die drei besten Sitzungsbeiträge wurden mit Preisen im Werte von total sFr. 5000.– ausgezeichnet und drei weitere Arbeiten mit Diplomen gewürdigt («citation»). Der erste Preis ging an *A. D. Spaulding* (USA) für seine Arbeit über optimale Detektoren bei statistisch nicht normalverteilter Störumgebung [N2], der zweite an *J. Sack* und *H. S. Schmeer* (BRD) für rechnergestützte Analyse von Elektromotoren [Q4] und der dritte an *S. Ymazaki* und *H. Kuronuma* (Japan) für Methoden zur Beurteilung der Wirkung von Autozündstörungen auf den Fernsehempfang [S3]. Diplome erhielten die Beiträge von *F. C. Zach* (Österreich) über Impulsbreitenmodulation bei Stromrichtern [Q3], von *C. E. Baum* (USA) über Black-box-Grenzkriterien [L5] und von *B. L. Michielsen* (Niederlande) über Schirmung [P3]. Dr. *T. Dvořák* wurde mit einem Diplom geehrt für seine Initiative zur Gründung dieser EMC-Symposienreihe und für deren Organisation während der vergangenen zehn Jahre.

Das 7. EMC-Symposium

Die «EMC 87 Zürich» ist für März 1987 geplant, der «call for papers» wird im Dezember 1985 versandt.

Referenzen

[1] *T. Dvořák*, ed.: «electromagnetic compatibility 1985», ETH-Zentrum-IKT.

[A; B; ...; S] Sitzungen, siehe Tab. I

[A1; A2; ...; S7] Beiträge in den entsprechenden Sitzungen, gemäss Numerierung in [1] und im definitiven Programm.