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: 68 (1977)

Heft: 18

Artikel: Die elektromagnetische Verträglichkeit

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-915070

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

le matériel standard, alors que la maintenance revient annuellement à environ dix pour cent du prix d'achat du matériel standard. Il est donc évident que la fiabilité coûte alors beaucoup plus cher, surtout si l'on tient compte des pertes par interruption.

La garantie d'un constructeur d'équipements électroniques peut être prolongée par un contrat d'assistance technique payant. A la limite c'est le contrat de fiabilité, actuellement en développement dans les industries de pointe. Mais on prévoit que dans une dizaine d'années, un contrat sur deux sera de disponibilité pour l'équipement vital des entreprises industrielles. A l'heure actuelle, la maintenance tend à devenir une offre de services à faire aux utilisateurs. Si en curatif et correctif l'offre est assez facile (on prend un équipement en panne et on le rend en état de marche), en préventif la situation est moins confortable, car on intervient sur un matériel en état. Les organes qui tomberont en panne dans un mois sont en grande partie sains aujourd'hui et il n'est pas possible d'avancer ce phénomène. Par contre, les avaries dues au vieillissement sont prévisibles.

Bibliographie

[1] *T.I. Bajenesco:* Initiation à la fiabilité en électronique moderne. Paris, Masson, 1977.
[2] *C. Guyot:* Initiation à la maintenabilité. Paris, Dunod, 1969.
[3] *B. Hamelin:* Entretien et maintenance. Paris, Editions Eyrolles, 1974.
[4] Maintainability: We talk about it, but what is it? Electronic Design 23(1975)4, p. 71.
[5] *S. Goldstein:* Design maintainability into equipment. Electronic Design 23(1975)4, p. 72...74.
[6] *A.S. Goldman* and *T.B. Slattery:* Maintainability: A major element of system effectiveness. New York, John Wiley, 1964.
[7] *E. Dombrowski:* Einführung in die Zuverlässigkeit elektronischer Geräte und Systeme. AEG-Telefunken Fachbuch. Berlin, Elitera-Verlag, 1970.
[8] *W. Dreger:* Vereinbarungen zur Verfügbarkeit als Teil der Leistungsangaben eines Systems. Qualität und Zuverlässigkeit 20(1975)2, S. 35...39.
[9] *A. Polard* et *C. Rivoire:* Fiabilité et statistiques prévisionnelles. Paris, Editions, Eyrolles/Editions d'organisation, 1971.
[10] *D. Hesse:* Praktische Erfahrungen der Zuverlässigkeitsarbeit. Berlin, VEB Verlag Technik, 1973.
[11] *S.M. Fitch* and *D.L. Rechtenbaugh:* Digital data system. Testing and maintenance. Bell Syst. Techn. J. 54(1975)5, p. 845...860.
[11] *N.J. Elias:* Overseas autovon maintainability field trials. Microelectronics and Reliability 9(1970)1, p. 51...58.
[13] *J. Wehrli:* Expériences faites au cours de la première année d'exploitation de la station terrienne pour satellites de Loèche. Bull. Techn. PTT 53(1975)9, p. 330...336.

Adresse de l'auteur

Titu I. Bajenesco, QRA-Engineer, Hasler S.A., Belpstrasse 23, 3000 Berne 14.

Die elektromagnetische Verträglichkeit

In einer kurzen Übersicht über verschiedene am internationalen EMV-Symposium 1977 in Montreux diskutierte Themenkreise wird eine Einführung in die Disziplin der elektromagnetischen Verträglichkeit gegeben. Einige Fragen der Immunität werden diskutiert und entsprechende Messmethoden erwähnt.

1. Einleitung

Aus der unkontrollierten gegenseitigen Beeinflussung von Nachrichtensendern vor rund 50 Jahren und der mit steigender Erzeugung und Nutzung elektrischer Energie notwendig gewordenen Funkentstörung ist die Disziplin der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV, häufiger EMC, für Electromagnetic Compatibility) herangewachsen. Sie beinhaltet die Nutzung des elektromagnetischen Spektrums als natürliche Resource und den Schutz elektronischer und biologischer Systeme vor störenden Einflüssen elektromagnetischer Felder. Diesem weiten Themenkreis war das zweite internationale Symposium «Electromagnetic Compatibility» gewidmet, das, verbunden mit einer Fachausstellung, vom 28. bis 30. Juni 1977 in Montreux abgehalten wurde. Insgesamt 111 Beiträge zu den 19 Tagungsthemen wurden einem Fachpublikum von etwa 400 Personen aus 25 Ländern präsentiert. Das Symposium stand unter dem Patronat von *F. Locher*, Generaldirektor der Schweizerischen PTT; die Organisation erfolgte unter Leitung von Prof. Dr. *F.E. Borgnis*, ETHZ.

Schwerpunkte des diesjährigen Symposiums waren: kompatibler Entwurf grosser elektronischer Systeme (Flugzeug-, Satelliten-, Schiffs- und Verkehrssysteme), Einfluss elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder auf lebende Organismen [1][1]) sowie Frequenzplanung, quasiimpulsive Störungen und statistisch-physikalische Modelle von Störsignalen [2].

Abwechselnd mit dem EMV-Symposium in Montreux führt die Polnische Elektrotechnische Gesellschaft alle zwei Jahre in Wroclaw ein eigenes EMV-Symposium durch. Traditionsreicher als die europäischen ist jedoch das jährlich in den USA durchgeführte EMV-Symposium, das dieses Jahr bereits zum 19. Mal stattfindet.

Trotz dieser regelmässigen Fachtagungen und einem geschätzten Marktvolumen von über einer Milliarde SFr. im Jahr 1978 [3] ist die Disziplin der elektromagnetischen Verträglichkeit heute erst einem relativ kleinen Kreis von Fachleuten vertraut.

2. Versuch einer Definition

Wie *R.C. Kirby*, Direktor des CCIR in Genf, in seinem einleitenden Referat zum Symposium bemerkte, sind zwar schon mehrere Definitionen des Begriffs EMV vorgeschlagen worden, diese waren aber oft durch das Interessengebiet des Gremiums verfärbt, das den Vorschlag eingebracht hatte. Eine allgemein anerkannte Definition besteht bis heute nicht. Das IEEE Standard Dictionary definiert EMV wie folgt: «The capability of electronic equipment or systems to be operated in the intended operational electromagnetic environment at designed levels of efficiency». Diese Definition beinhaltet jedoch nur einen Teilaspekt der EMV, denjenigen der Immunität. Diese überholte Umschreibung entstand aus dem Umstand, dass anfänglich die Störsicherheit eines Systems meistens nachgerüstet wurde. In der neueren Literatur trifft man auf eine umfassendere Definition: Die Verträglichkeit oder Kompatibilität eines Systems ist sein Vermögen, in die bestehende elektromagnetische Umwelt integriert zu werden, ohne übermässige Störungen anderer Systeme zu verursachen und ohne dass die Umwelt die Funktion des neu eingeführten Systems nachteilig beeinflusst.

3. Die elektromagnetische Umwelt

Die Erscheinungen der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen im Raum werden durch die Maxwellschen Gleichungen beschrieben. Dieses Gleichungssystem fasst alle Erfahrungen zusammen, die in den verschiedenen Teilgebieten der Elektrizitätslehre (Elektro- und Magnetostatik, Elektromagnetismus) gemacht werden. Dass diese Erscheinungen nicht durchwegs dem Nutzen unserer Zivilisation dienen, zeigen Störungen der Nachrichtenübertragungswege durch unerwünschte Signale oder, im Extremfall, die Folgen einer Nuklearexplosion in der Exosphäre, deren Gammastrahlung Moleküle aus der äusseren Atmosphäre ionisiert (Comptoneffekt). Aus dem Comptonstrom entsteht ein grossflächiger Stromstoss, dessen elektromagnetischer Impuls (NEMP) stark genug ist, um ungeschützte elektrische Anlagen auf der Erde erheblich zu beschädigen (Tagungsthema M). Da anhand der Impulsform gewisse Rückschlüsse auf die Konstruktion der Bombe möglich sind, wird bei der Publikation entsprechender Daten starke Zurückhaltung geübt. Schutzelemente für verschiedene transiente Signale wurden in einem Vortrag besprochen. Es zeigt sich, dass die Einhaltung eines Schutzpegels letztlich ein ökonomisches Problem darstellt. In Halbleiterelementen sind Beschädigungen durch transiente Signale vorwiegend thermisch bedingt, einmalige Impulse von 28...38 W Spitzenleistung verursa-

[1]) Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

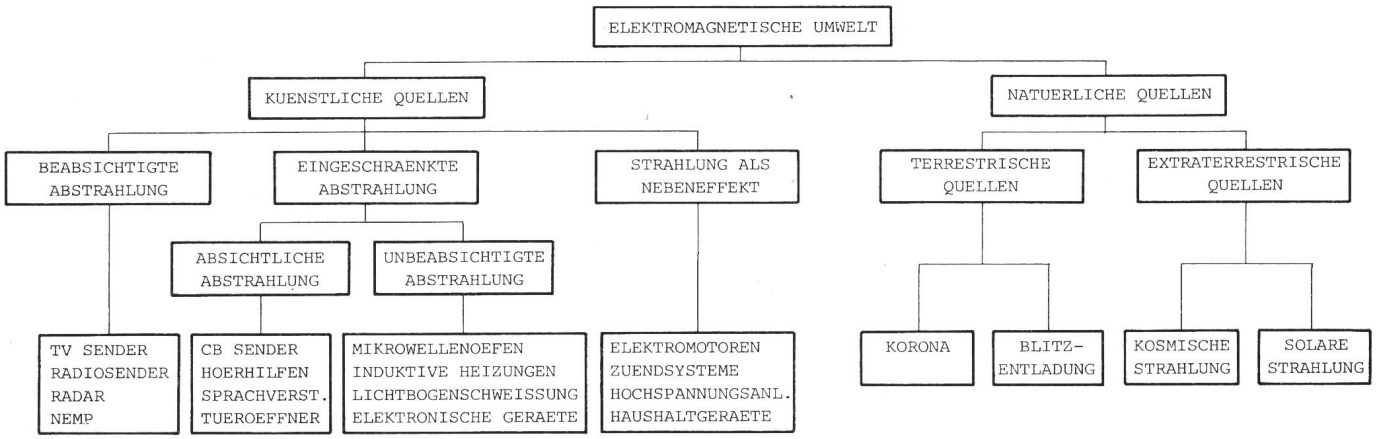

Fig. 1 Am Aufbau der elektromagnetischen Umwelt beteiligte Strahlungsquellen

chen eine 50prozentige Ausfallrate bei repräsentativen UHF-Transistoren (z.B. 2N918).

Für die sich in den letzten Jahren mehrenden Informationen über störende Einflüsse elektromagnetischer Felder auf unsere Zivilisation sind drei Hauptursachen verantwortlich:

– Leistungsstarke Quellen und empfindliche Rezeptoren wachsen auf unserem begrenzten Raum immer näher zusammen.

– Technologische Fortschritte in den vergangenen Jahrzehnten ermöglichten eine durchschnittliche Steigerung der Leistung hochfrequenter Quellen von 15 dB pro Jahrzehnt (Mikrowellenbereich).

– Ablösung der Röhrenschaltungen (hohe Steuerspannung und grosse Wärmekapazität) durch die Halbleitertechnologie (kleine Schwellspannung, geringe Abmessungen).

Eine Klassifizierung charakteristischer Quellen elektromagnetischer Strahlungsenergie in industrialisierten Regionen ist in Fig. 1 gegeben. Zur Abschätzung der elektrischen Feldstärke im Fernfeld einer Strahlungsquelle dient Gl. 1 (im Freiraum). Die Feldstärke E ist direkt proportional zur Wurzel der effektiv abgestrahlten Leistung ERP (effective radiated power) und umgekehrt proportional zur Entfernung r des Beobachters von der Quelle:

$$E(r) = \frac{\sqrt{30\,ERP}}{r} \qquad (1)$$

Die Fernfeldbedingung ist in der Mehrzahl der praktischen Fälle erfüllt, d.h. magnetisches und elektrisches Feld stehen senkrecht zueinander und senkrecht zur Ausbreitungsrichtung. Für exaktere Berechnungen müssen Reflexionen und Ausbreitungsbedingungen mitberücksichtigt werden. Typische Werte für die ERP sind 100 kW für Radiosender und 5 MW für grosse Fernsehsender und Radaranlagen.

In den folgenden beiden Abschnitten sollen die Immunität von elektronischen Schaltungen gegen elektromagnetische Felder (nichtionisierende Strahlung) als Teilgebiet der EMV sowie zugehörige Messmethoden kurz behandelt werden.

4. Immunität (Tagungsthema I)

Folgende Parameter charakterisieren die in Fig. 1 aufgeführten Quellen: Feldstärke, Frequenz, Polarisation, Modulationsart und Bandbreite. Im weiteren können die Felder elektrischer, magnetischer oder elektromagnetischer Natur sein. Diese Parameter beeinflussen den Betrag und die Art der Einkopplung in ein zu untersuchendes System. Dazu kommt die galvanische Störbeeinflussung durch Verkopplung von Stromkreisen über gemeinsame Impedanzen (z.B. gemeinsame Erde). Am häufigsten werden Störungen über Leiterschleifen, gemäss dem Faradayschen Gesetz, eingekoppelt:

$$\oint_l \vec{E}\,\mathrm{d}\vec{l} = -\frac{\partial}{\partial t}\int_S \vec{B}\,\mathrm{d}\vec{S} \qquad (2)$$

Die EMK längs einer geschlossenen Leiterschleife l im Raum ist bekanntlich gleich der (negativen) zeitlichen Änderung des diesen Weg (eingeschlossene Fläche S) durchsetzenden magnetischen Induktionsflusses B.

In Tab. I sind Ursachen der Störbeeinflussung elektronischer Kreise und entsprechende Gegenmassnahmen zusammengefasst [4]. Diese Aufstellung bildet die Ausgangsbasis für eine analytische Behandlung der Immunität eines neu zu entwerfenden Systems. Die Komplexität einer Schaltung sollte nicht davor abhalten, die Störsicherheit schon beim Entwurf zu berücksichtigen. Dieses Vorgehen ist zweifellos billiger und zeitsparender als eine nachträgliche Entstörung am fertigen Gerät. Die analytische Behandlung der Störbeeinflussung ist auf vereinfachende Annahmen angewiesen. Grafische Hilfsmittel und systematisches Vorgehen [4; 5] bilden die Grundlagen für einen kompatiblen Schaltungsentwurf. Weitere Hilfsmittel sind Programme für Minicomputer (Gegenstand eines «Workshops») sowie spezielle Computersprachen für Grossanlagen (RADC, NCAP, SCEPTRE).

Nichtlineare Effekte (z.B. Arbeitspunktverschiebung und Verstärkungseinbusse von Halbleiterverstärkern) und die bei der analy-

Verschiedene Störbeeinflussungen elektrischer Schaltungen und entsprechende Gegenmassnahmen Tabelle I

Art der Störung	galvanisch	kapazitiv	induktiv	Leitungswellen	Strahlungswellen
Störobjekt	Bezugsleiter Erdung	Signalleiter Leistungsleiter	Signalleiterschleifen Leistungsleiterschleifen	Signalleiter	Signalleiterschleifen Bezugsleiter, externe Felder
Störgrösse	i, $\mathrm{d}i/\mathrm{d}t$ Kopplungsimpedanz	$\mathrm{d}u/\mathrm{d}t$ Koppelkapazität	$\mathrm{d}i/\mathrm{d}t$ Koppel-Gegeninduktivität	$\mathrm{d}i/\mathrm{d}t$, $\mathrm{d}u/\mathrm{d}t$ Leiterspannung	Strahlungswiderstand
Massnahmen	Bezugsleiter-Stern, -Schiene, -Platte	Räumliche Trennung Schirmung, Symmetrierung und Verdrillung, richtige Erdung		Anpassung der Leitungen	Schirmung, Verkleinerung der Abmessungen

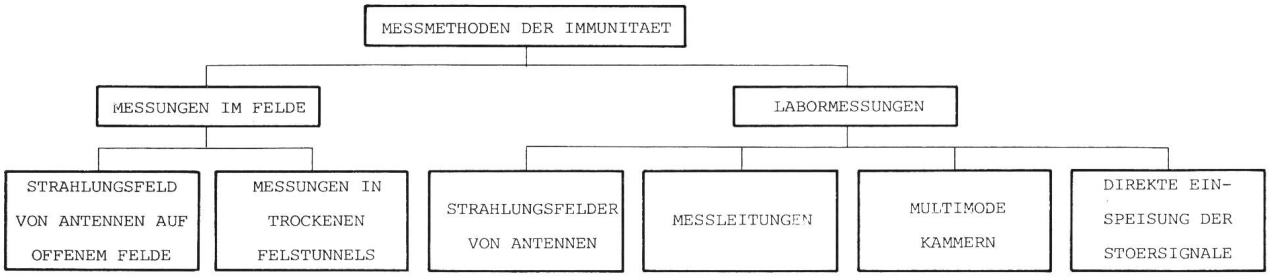

Fig. 2 Messmethoden zur Bestimmung der Immunität von Systemen gegen den Einfluss von elektromagnetischen Feldern

tischen Behandlung notwendigen Vereinfachungen machen eine nachträgliche Messung der Immunität des fertigen Systems notwendig. Bei wichtigen Anlagen gehören solche Tests zur regelmässigen Wartung.

5. Messmethoden der Immunität (Tagungsthemen N und Q)

Die zuverlässigsten Angaben über die Immunität eines zu testenden Systems ergeben Messungen an dessen Arbeitsplatz. Aus Kostengründen ist man jedoch bestrebt, die Störsicherheit im Labor zu überprüfen. Aus der vorangegangenen Aufzählung der Feldparameter geht aber hervor, dass die wirklichkeitsgetreue Simulation der Umweltbedingungen ebenfalls zu kostspielig ist. Die Kostenfrage und die Möglichkeit eines internationalen Vergleichs der Messdaten sind zwei Gründe für die Festlegung genormter Messvorschriften.

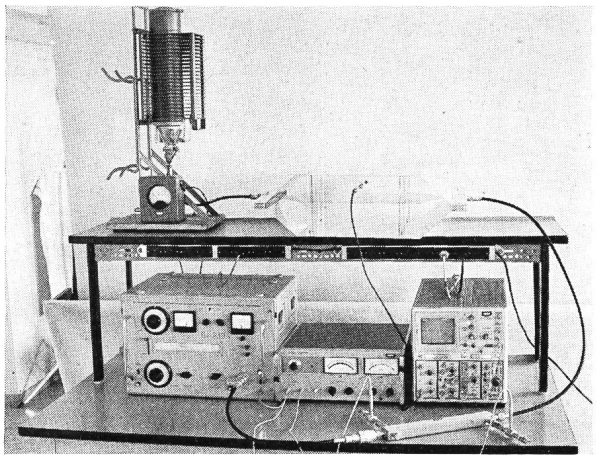

Fig. 3 Messaufbau zur Bestimmung der Immunität kleiner Geräte für Feldstärken bis 400 V/m und Frequenzen bis 700 MHz

In den Jahren 1944 in Deutschland und 1945 in den USA (Mil-Standards) wurden erstmals Richtlinien für Immunitätsmessungen aufgestellt. Die amerikanischen Normen bilden heute die Grundlagen für die Prüfvorschriften vieler Staaten (vorwiegend für militärische Geräte). Ein Erfahrungsaustausch über die Anwendung dieser Normen in verschiedenen Ländern war das Thema eines Podiumsgesprächs am Symposium.

Eine Zusammenstellung von Messmethoden ist in Fig. 2 gegeben. Am häufigsten wird im Fernfeld einer Strahlungsquelle gemessen. Nachteile wie hoher Energieverbrauch und Störung der Umgebung sowie Messfehler durch Reflexionen müssen dabei in Kauf genommen werden. Gut geeignet, da einfach und billig, als Labormessaufbau sind die sogenannten Messleitungen. Drei Vorträge behandelten diese Messmethode. Ein typischer Messaufbau ist in Fig. 3 abgebildet. Diese Messleitung besteht aus einer offenen Koaxialleitung mit konstanter Wellenimpedanz über die ganze Länge. Den Messraum bildet der Mittelteil; beide Enden laufen zu den Anschlüssen für Generator bzw. Abschlussimpedanz zusammen. Die obere Grenzfrequenz solcher Leitungen wird erreicht, wenn die Wellenlänge etwa dem doppelten Plattenabstand entspricht. Bei tieferen Frequenzen besteht im Versuchsraum ein weitgehend homogenes transversales elektromagnetisches Feld. Härteste Prüfbedingungen herrschen in Prüfkammern, die viele sogenannte Feldmodi zulassen, wenn zusätzlich mit einer Antenne die Feldverteilung stetig verändert wird.

G. Meyer, ETHZ

Literatur

[1] *W. Ludwig:* Biologische Verträglichkeit elektromagnetischer Felder. Bull. SEV/VSE 68(1977)18, S. 941...946.
[2] Proceedings of the second symposium and technical exhibition on electromagnetic compatibility, Montreux, June 28...30, 1977.
[3] *C. E. White:* There is a market in EMC. Microwave Journal 18(1975)1, p. 12.
[4] *D. Stoll:* EMC – Elektromagnetische Verträglichkeit. Berlin, Elitera-Verlag, 1976.
[5] *D. R. J. White:* A handbook series on electromagnetic interference and compatibility. Vol 1/6, Germantown, Md., Don White Consultants, 1971...1975.

Rückblick auf die FERA 1977

In den Züspa-Hallen fand vom 24. bis 29. August 1977 die 49. Schweizerische Fernseh-, Radio-, Phono- und Tonbandausstellung statt. 104 Aussteller teilten sich in die 23 000 m² Brutto-Ausstellungsfläche in 8 Hallen. 520 Marken aus 27 europäischen und überseeischen Ländern waren vertreten, allen voran aus der Bundesrepublik Deutschland, den USA und Japan. Stark vertreten waren aber auch die fernöstlichen Länder Hongkong, Taiwan und Korea.

In seiner Begrüssungsansprache zur Eröffnung der Ausstellung konnte *P. Heer,* Präsident des Ausstellungskomitees, die erfreuliche Feststellung machen, dass der rezessionsbedingte Rückbildungsprozess in der Unterhaltungselektronik zum Stillstand gekommen ist. Durch die beiden Olympiaden bedingt, ist bei den Farbfernsehempfängern im Jahr 1976 gegenüber dem Vorjahr sogar ein stückzahlmässiges 30%iges Wachstum eingetreten. Die Aussichten für 1977 lassen allerdings eine im Mittel wesentlich kleinere Zunahme voraussehen, und dies bei leicht sinkenden Verkaufspreisen.

Nachdem das Eröffnungsreferat während vielen Jahren jeweils medienpolitischen Problemen gewidmet wurde, behandelte Dr. *P. C. Bettschart,* Delegierter des Bundesrates für Handelsverträge, an der diesjährigen Eröffnungsfeier ein gesamtwirtschaftliches Thema und bot eine Übersicht und einen Ausblick zur schweizerischen Wirtschaftslage. Die gegenwärtig relativ günstige Lage wird weitgehend vom Export getragen, der jedoch infolge des hohen Frankenkurses, wegen protektionistischen Massnahmen in verschiedenen Abnehmerländern sowie wegen der erschwerten Erschliessung neuer Märkte zunehmend mit Schwierigkeiten zu kämpfen hat. Trotz starken Trümpfen der schweizerischen Wirtschaft lassen die Perspektiven für die kommenden Jahre deshalb nicht viel mehr als eine Stabilisierung auf dem heutigen tieferen Niveau erwarten.

Wie jedes Jahr waren auch an der diesjährigen FERA viele neue Geräte zu sehen und widerspiegelten gewisse Entwicklungstendenzen. Die Betonung lag diesmal auf Erleichterungen in der Bedienung und Vereinfachungen bezüglich Service. Die fortschreitende Miniaturisierung und der Mikroprozessor führen zu neuen Möglichkeiten. Gewisse Neuheiten, die vor einem Jahr nur vereinzelt zu sehen waren, sind inzwischen Allgemeingut geworden.

Radio-Empfangsanlagen

Der klassische Radioempfänger mit dem schönen, dem Wohnstil angepassten Gehäuse ist nun wohl ganz von den FERA-Ständen verschwunden. Er hat einerseits dem «Transistor», also dem tragbaren Kleinempfänger, Platz gemacht, der in verschiedensten Ausführungen vom Taschengerät bis zum Kofferapparat zu sehen war. Diese «Portables» sind heute oft mit Kassettenrecordern kombiniert und haben praktisch immer einen UKW-Teil. Dies ist zurzeit von besonderer Bedeutung, da der Mittelwellensender Beromünster ab nächstem Jahr abends verstummen wird und man das entsprechende Programm dann im UKW-Bereich suchen muss.

Eine wichtige Gruppe der Kleinradios bilden die *Uhrenradios*. Die neuesten Modelle sind mit Quarzsystemen für das Uhrwerk versehen, die eine hohe Ganggenauigkeit garantieren. Ferner werden nun auch LED-Zahlenanzeigen verwendet. Natürlich sind diese Radios auch mit verschiedenen Zeitschaltsystemen ausgerüstet.

Bei den *Auto-Radioempfängern* wird auf leichte Bedienung besonderes Gewicht gelegt. Bezüglich Empfangsqualität ist in letzter Zeit ein bedeutender Fortschritt erzielt worden: Die das letzte Jahr erstmals vorgeführten Störaustastvorrichtungen, bei denen Störimpulse durch entsprechende Gegenspannungsstösse kompensiert werden, sind nun an sehr vielen Geräten zu finden. Wegen der Notwendigkeit der Verkehrslenkung gehört das Autoradio möglicherweise in Zukunft zur obligatorischen Ausrüstung aller Automobile; an einem Stand wurde das Autofahrer-Radio-Informationssystem (ARI) vorgeführt, mit welchem Verkehrsmitteilungen ausstrahlende UKW-Sender am Empfänger leicht eingestellt werden können.

Das Gegenstück der Kleinempfänger sind die hohe Ansprüche erfüllenden *Hi-Fi-Empfangsanlagen*. Äusseres Kennzeichen dieser Anlagen ist die auffallende Tendenz, den technischen Charakter durch die Formgebung und Ausgestaltung zu betonen. Funktionstasten und Messinstrumente befinden sich alle auf der Frontplatte, damit sich die einzelnen Geräte leicht in Gestelle und Regale einbauen lassen. Die Funktionstasten sind meistens als Sensoren ausgebildet. Bemerkenswert ist der Trend, den bisher üblichen Skalenantrieb mit Seilzug und längsbewegtem Zeiger zu ersetzen. Dies ist einerseits durch Leuchtdioden möglich, die längs der Skala angeordnet sind und entsprechend der eingestellten Frequenz aufleuchten. Eleganter sind anderseits Geräte, die mit einem Kanalrasternetz mit fest eingestellten Rasterwerten arbeiten. Bei der Voreinstellung von Sendern konnte in verschiedenen Geräten die Stabilität der Einstellung erhöht werden. Ebenso hat die Zahl der voreinstellbaren Sender zugenommen.

Innerhalb der Hi-Fi-Anlagen spielten die *Kompaktanlagen* wiederum eine wichtige Rolle. Neben der raumsparenden Bauweise liegt ihr Vorteil auch darin, dass die einzelnen Geräte optimal aufeinander abgestimmt sind und möglichst kurze Verbindungen aufweisen.

Fernsehempfänger

Im Zentrum der FERA standen auch dieses Jahr die Fernsehempfänger. «Bild im Bild», Fernsteuerung, Programmierung, Fernsehspiele sind hier die Stichworte der neuesten Entwicklungen.

Schon letztes Jahr war es möglich, gewisse Anzeigen, z. B. die Uhrzeit, kurzzeitig ins Schirmbild einzublenden. Nun kann bei einigen Geräten am Rand des Schirmes sogar ein zweites Bild, die Sendung auf einem anderen Kanal, gezeigt werden. Dieses *«Bild im Bild»* mag bei sich überlappenden Programmen interessant sein, wenn mehrere Familienmitglieder verschiedene Sendungen sehen möchten. Der einzelne Zuschauer wird diese Besonderheit auch bei Zeitübermarchungen schätzen, damit er den Anfang einer bestimmten, ihn interessierenden Sendung nicht verpasst. Der «Bild im Bild»-Empfänger kann auch an eine Video-Kamera angeschlossen werden, so dass die Mutter und Hausfrau beim Fernsehen z. B. ihre spielenden Kinder in einem Nebenraum überwachen kann.

Zunehmend verbreitet sind dieses Jahr die *Fernsteuerungen* zu den Fernsehempfängern, die mittels Ultraschall oder Infrarot arbeiten. Die Microcomputertechnik hat hier dazu geführt, dass praktisch keine Einstellungen mehr am Gerät selbst vorgenommen werden müssen. Darüber hinaus gibt es Empfänger, bei denen die Sendungen für eine Woche vorprogrammiert eingestellt werden, eine Möglichkeit, die im Umgang mit Kindern nicht uninteressant ist.

Allgemein nimmt die Zahl der einstellbaren Sendekanäle zu. Dies hängt einerseits mit der zunehmenden Verbreitung von Gemeinschaftsanlagen zusammen, anderseits mit den notwendigen Anschlüssen für Hilfsgeräte wie Videorecorder und neuerdings vor allem auch für die zahlreichen *Fernsehspiele*. Bei diesen findet zurzeit dank den Mikroprozessoren ein neuer Entwicklungsschub statt. Man spricht von einer dritten Generation Spiele, bei denen das Fernsehgerät (bzw. der Spielcomputer) der Spielpartner ist. Hier zeichnen sich grosse Möglichkeiten auch auf dem Gebiet der Ausbildung ab.

Ob dem Reiz dieser Fernseh-Neuheiten darf aber nicht vergessen werden, dass es sich fast ausschliesslich um Exklusivitäten handelt, die den Fernsehempfang beträchtlich verteuern. Daneben bringt die Miniaturisierung auch den einfacheren Geräten Vorteile durch sinkende Anzahl Bauteile, geringere Störanfälligkeit und nicht zuletzt eine beträchtliche Reduktion der Leistungsaufnahme.

Kassetten- und Tonbandgeräte, Plattenspieler

Ähnlich wie bei den Radioempfängern gibt es bei den *Kassettengeräten* einerseits eine grosse Zahl verschiedener zuverlässiger, aber bezüglich Tonwiedergabe anspruchsloser tragbarer Kleingeräte, anderseits die hochentwickelten Hi-Fi-Kassettengeräte, meist in Form von Stereo-Deckgeräten mit besonderen Vorrichtungen zur Verminderung des Bandgeräusches.

Zwei interessante Neuerungen auf dem Gebiet der Kassettengeräte sind speziell erwähnenswert, weil sie zu einer Erleichterung in der Handhabung führen: Das *APLD* (Auto Programme Locating Device) gestattet, bis zu 9 verschiedene Stellen des Bandes vorzuprogrammieren und mittels Tastendruck direkt abzurufen. Mit dem *Post-Fading* können unerwünschte Stellen, z. B. Ansagen zwischen Musikstücken, nachträglich ohne Überspielen ausgeblendet werden.

Video-Kassettenrecorder sind heute noch relativ wenig bekannt. Es gibt sie aber bereits z. B. mit automatischem Schaltwerk. Ein wichtiger Fortschritt datiert aus jüngster Zeit, indem die Aufnahmedauer von bisher 60 auf 130 min erhöht werden konnte, dies mit denselben Bandkassetten wie vorher.

Trotz grosser technischer Fortschritte und praktischer Vorteile des Kassettengerätes behauptet sich aber das *Spulentonbandgerät* überall dort, wo auf grössere, ununterbrochene Spieldauer sowie auf die Möglichkeit verschiedener Manipulationen bei hochwertiger Wiedergabe Wert gelegt wird.

Erwähnenswert ist ferner, dass neuerdings *Akkumulatoren* im Format von Trockenbatterien erhältlich sind, womit der häufige Batteriewechsel bei Recordern entfällt.

Bei den Hi-Fi-*Plattenspielern* sind vor allem zwei Entwicklungstendenzen festzustellen, einerseits bezüglich dem Antrieb des Plattentellers, anderseits die Bewegung des Tonarmes betreffend. Quarzgesteuerte, direkte Antriebe der schweren Plattenteller ermöglichen eine extrem stabile Drehzahl. Bei Spitzengeräten wird der Tonarm nicht mehr durch die Plattenrille geführt, sondern über einen getrennten, elektronisch gesteuerten Antrieb.

Das Ausstellungsgut der FERA ist mit den genannten Hauptgeräten der Unterhaltungselektronik nicht abgeschlossen. Dieses wird selbstverständlich durch Anlagen in Randgebieten wie z. B. elektronische Orgeln und Musikgeräte sowie durch mannigfaltiges Zubehör, Selbstbaumodelle und Fachliteratur ergänzt. Auch bei diesen gab es für den gezielt interessierten Besucher viele Neuheiten zu entdecken.

Radio- und Fernsehdienste

Traditionsgemäss befand sich in Halle 8 das Radiostudio, während im grossen Saal des Stadthofs 11 Fernsehproduktionen liefen. Das Schwergewicht der SRG-Darbietungen lag dieses Jahr wohl beim Fernsehen. Aber auch die Radiohörer konnten verschiedene altbekannte FERA-Sendungen sowie neue Produktionen empfangen. Wiederum waren Telefonrundspruch, Pro Radio Television und Radio Schweiz AG in Halle 8 mit Informationsständen beteiligt. Am Stand der SRG stand zudem der Schweizerische Kurzwellendienst dem Publikum Red und Antwort. *Eb*