

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 52 (1974)

Heft: 12

Rubrik: Verschiedenes = Divers = Notizie varie

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: 03.05.2026

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

100 Jahre Kristallgleichrichter – Vom Detektor zum Transistor

537.311.33(091):621.382.2/.3(091)

Ernst HOFMEISTER, München

Im November waren es hundert Jahre her, dass der im Widerspruch zum Ohmschen Gesetz stehende Gleichrichtereffekt von Kristallen erstmals beschrieben wurde. Damit kam eine Entwicklung in Gang, die über den Kristalldetektor und eine Reihe von Gleichrichterbauformen zur Transistortechnologie führte (Fig. 1).

Im November 1874 veröffentlichte der Leipziger Gymnasiallehrer *Ferdinand Braun* eine Arbeit «Über die Stromleitung durch Schwefelmetalle». Der spätere Ordinarius für Experimentalphysik an der Strassburger Universität machte in dieser Veröffentlichung die Fachwelt auf ein Phänomen aufmerksam, das er bei der Untersuchung der Leitfähigkeit von Sulfidkristallen entdeckte: Die Intensität des Stromes, der durch den Kristall fließt, ist von der Stromrichtung abhängig. Eine Erklärung für diese Abweichung vom Ohmschen Gesetz konnte Braun nicht geben. Er vermutete, dass vielleicht eine Gasschicht zwischen Kristall und Draht den Gleichrichtereffekt hervorruft oder dass die Ursache dafür in der Kristallstruktur selbst zu suchen ist. Erst 25 Jahre später setzte Braun den Kristallgleichrichter als Nachweisgerät für elektromagnetische Wellen ein und löste damit den «Kohärer» ab. Mit der Entwicklung der drahtlosen Telegraphie, an der Braun durch den «Braunschen Sender» entscheidenden Anteil hatte, gewann der Kristalldetektor immer mehr an Bedeutung. Vor rund 50 Jahren sassen die ersten Rundfunkteilnehmer mit ihren Kopfhörern vor dem «Detektor» und klopfen an der Vorrichtung herum, um den Empfang durch Aufsetzen der Drahtspitze auf eine geeignete Stelle des Kristalls zu verbessern. Neben den Spitzengleichrichtern traten in den 20er Jahren flächenhafte Kristallgleichrichter auf, die durch die Wechselstromtechnik zu grosser Anwendungsbreite gelangten. Sie lösten als «Trockengleichrichter» die weniger stabilen Elektrolytgleichrichter ab. Die Reihe eröffnete 1926 der Kupferoxydulgleichrichter, 1930 folgte ihm der Selengleichrichter.

Allen Kristallgleichrichtern lag ein Metall-Halbleiterkontakt zugrunde – so glaubte man wenigstens damals – und man bemühte sich um die physikalische Klärung des Gleichrichterphänomens. Den entscheidendsten Anteil daran hat *Werner Schottky*, der 1939 die Theorie der Verarmungsrand-schicht veröffentlichte: Durch die unter-

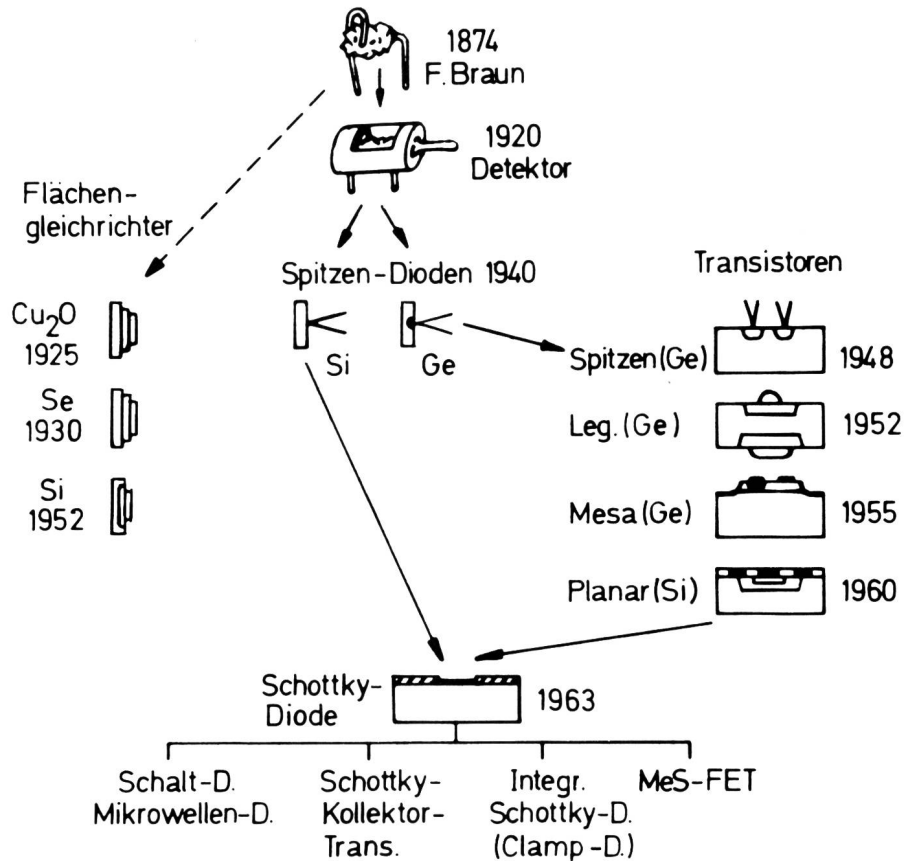


Fig. 1
Mit der Entdeckung des Gleichrichtereffektes von Kristallen durch Ferdinand Braun kam 1874 eine Entwicklung in Gang, die über den Kristalldetektor und eine Reihe von Gleichrichterbauformen zur Transistortechnologie führte. Die besonders für

den Mikrowellenbereich geeigneten Schottkydioden sind nach Walter Schottky benannt, dem 1939 mit der Theorie der Verarmungsrand-schicht die Deutung des Gleichrichtereffektes gelang (Pressebild Siemens)

schiedliche Austrittsarbeit der Elektronen in einem Metall und einem Halbleiter können bei entsprechender Materialkombination Elektronen vom Halbleiter in das Metall hinüberwandern. Es entsteht eine trägerverarmte Raumladungszone, die als Sperrschicht wirkt. Je nach der Polung einer angelegten Spannung verschwindet diese trägerverarmte Zone (Durchlassfall) oder sie verbreitert sich (Sperrfall).

Um 1930 verdrängte die Elektronenröhre den Spitzendetektor. Etwa zehn Jahre später kamen die Spitzengleichrichter wieder zu Ehren, da die Laufzeiteffekte bei Röhrendioden den Einsatz bei sehr hohen Frequenzen, wie sie in der Radartechnik verwendet wurden, unmöglich machten. An die Stelle natürlicher Schwefelkristalle traten reine Germanium- und Siliziumkristalle mit bestimmter Dotierung. Um 1940 entstanden die Ge- und Si-Spitzendioden, wie sie heute noch verwendet werden.

1948 entdeckten *Brattain* und *Bardeen* den Transistoreffekt. Zwei Drahtspitzen – auf

einen Ge-Kristall aufgesetzt, um Oberflächeneigenschaften zu untersuchen – führten zum Kristallverstärker. *Shockley* schuf 1949 die Theorie des flächenhaften pn-Überganges, die zur Grundlage des pn-Gleichrichters und des Transistors wurde. Dem Gleichrichtermechanismus des Metall-Halbleiterkontakts stand nun der des pn-Übergangs gegenüber. Man fand sogar, dass Selengleichrichter und durch Stromimpulse formierte Ge-Spitzendioden pn-Übergänge besitzen.

Für hohe Spannungen und Ströme bot sich der Silizium-pn-Gleichrichter an. Schwierigkeiten gab es jedoch bei der Herstellung reiner Silizium-Einkristalle. Heute stehen Si-Gleichrichter mit Kristallflächen bis zu 12 cm² für 6 kV und mehr als 100 A zur Verfügung.

Die 25 Jahre Transistortechnologie führten vom Spitzentransistor über den legierten zum Mesa- und Planar-Transistor (1960). Die Silizium-Planar-Technologie lässt sich jedoch nicht nur für pn-

Übergänge, sondern auch für Metall-Halbleiterkontakte anwenden. In der «Schottky-Diode» (etwa seit 1963) sind die Hochfrequenzvorteile der Si-Spitzendiode mit den Vorteilen der mechanischen und elektrischen Stabilität der Planar-Halbleiterbauelemente vereinigt.

Die beiden Gleichrichterarten, pn-Dioden und Schottky-Dioden, unterscheiden sich

vor allem im dynamischen Verhalten. Bei pn-Übergängen diffundieren im Flussfall Ladungsträger als Minoritätsträger in die Bahngebiete. Beim Umpolen in Sperrichtung müssen diese Ladungsträger erst verschwinden, ehe der Sperreffekt auftreten kann. Das Umschalten ist mit einem Trägheitseffekt behaftet. Beim Metall-Halbleiterkontakt sind nur Majoritätsträger beteiligt,

es tritt praktisch kein Speichereffekt auf. Aus diesem Grunde sind Metall-Halbleiter-Dioden auch für Mikrowellenanwendungen (Varaktoren, Mischer, Lawinen-Laufzeit-Dioden u.a.) einsetzbar. Der Schottky-Kontakt hat ferner als Clamp-Diode in bipolaren integrierten Schaltkreisen sowie bei Feldeffekt-Transistoren (MES-FET) Eingang gefunden.

4^e Congrès européen des hyperfréquences Exposition Microwave '74

621.3.029.64:061.3(4)

Plus de 100 compagnies d'Allemagne, Belgique, France, Italie, Grande-Bretagne, Suède, Suisse et des Etats-Unis d'Amérique ont pris part à l'exposition *Microwave '74* à Montreux du 10 au 13 septembre, donnant un aperçu général de l'industrie des hyperfréquences dans le monde. Parmi les réalisations présentées pour la première fois au public européen, il convient de citer les systèmes de réception et d'analyse contrôlés numériquement, les amplificateurs paramétriques non refroidis pour 3,7...4,2 GHz, les commutateurs pour 18...26 GHz, les générateurs à contrôle électronique à très large bande, les sources à avalanche de 6...13 GHz, les tubes à ondes progressives en bande C, les terminaux hyperfréquences 2 et 4 GHz entièrement à l'état solide, les transistors hyperfréquences pour hautes puissances, etc.

Les informations générales sur les réalisations récentes étaient présentées par d'éminents spécialistes mondialement reconnus, qui ont accepté de préparer 9 séances de synthèse. Ces exposés étaient principalement destinés aux ingénieurs désireux de se tenir au courant des techniques hors de leur propre spécialisation.

Le congrès a permis aux participants de se faire une idée personnelle de l'état actuel de leur spécialité aussi bien au point de vue composants que systèmes.

Télécommunications

Il est à peine nécessaire de rappeler ici le rôle croissant joué par les hyperfréquences dans le domaine des télécommunications, à côté de leurs nombreuses autres applications dans différents secteurs de l'industrie et de la recherche. La transmission à grande distance de téléphonie, de télévision et de données est actuellement indissolublement liée aux systèmes de faisceaux hyperfréquences, qui représentent un complément souhaité et indispensable au réseau de câbles. Les communications par satellites, impensables sans hyperfréquences, ont multiplié les possibilités d'échange d'informations entre continents et représentent un moyen très intéressant de faire face à l'augmentation rapide du trafic dans les réseaux nationaux.

Bien que les systèmes existants de transmission par hyperfréquences faisant usage des techniques classiques de modulation et démodulation dominent toujours le

marché, l'étude des techniques numériques telles que l'accès multiple temporel (TDMA) avec modulation par impulsions et codage (MIC) est à un stade avancé. On prévoit pour les années 1980 des systèmes de communication par satellites d'un million de canaux téléphoniques faisant usage de ces techniques. Les systèmes terrestres de communications analogiques en ligne directe sont entièrement transistorisés, et des systèmes à décalage multiple de phase (PSK) à vitesse de transmission élevée apparaissent sur le marché.

Suite à l'augmentation très importante des communications dans le monde et les besoins en larges bandes de fréquences des systèmes les plus récents, des fréquences dans la bande Ku ont récemment été allouées aux télécommunications. Les effets atmosphériques devenant très importants à ces hautes fréquences, des travaux de recherche importants ont été entrepris, et des résultats récemment obtenus couvrant la mesure et la prédiction de l'atténuation, la scintillation et la dépolarisation des ondes ont été présentés dans une séance.

La transmission optique offre des possibilités de plus en plus intéressantes pour les réseaux locaux à large bande, des pertes de transmissions de 2 dB/km ayant été annoncées par un fabricant de fibres optiques. L'extension aux fréquences optiques de techniques hyperfréquences éprouvées a été démontrée au cours d'exposés présentant des klystrons optiques, des filtres quasi-optiques, etc.

Applications industrielles et commerciales

Parmi toutes les applications actuelles des hyperfréquences, celles les plus susceptibles de bénéficier d'un rapide essor sont celles qui ont trait aux processus industriels et au secteur civil. Les domaines les plus directement intéressés sont ceux de l'alimentation, de l'industrie chimique, de l'agriculture et des forêts, du papier, du caoutchouc, des matières plastiques et des textiles. Dans certaines applications, l'énergie nécessaire pour le chauffage par hyperfréquences n'est que le cinquième de celle requise pour les méthodes conventionnelles.

Composants à état solide

Les récentes avances faites dans la technologie de l'arséniure de gallium (GaAs) ont rendu ce matériau pratiquement compétitif avec le silicium qui avait été, jusqu'à ces dernières années, le semi-conducteur le plus couramment employé

pour la réalisation de composants hyperfréquences et à ondes millimétriques (en dehors des éléments à transfert d'électrons, qui ne sont pas réalisables en silicium). L'arséniure de gallium est maintenant le semi-conducteur ayant le plus de possibilités et d'avenir, par suite de sa grande mobilité, de son faible champ de seuil et de l'existence d'un substrat semi-isolant, et cela malgré sa conductivité thermique bien plus faible que celle du silicium. Une concurrence acharnée existe entre les trois principales familles d'éléments semi-conducteurs: les composants à temps de transit (diodes IMPATT et BARITT), les diodes à transfert d'électrons (Gunn) et les transistors à effet de champ. La diode IMPATT en GaAs a pour l'instant les meilleures performances pour les fréquences allant jusqu'à la bande X, tandis qu'aux fréquences plus élevées les diodes IMPATT «double drift» en silicium donnent plus de puissance et un meilleur rendement. Bien que produisant une puissance moindre avec un rendement plus faible, les diodes Gunn (en GaAs) présentent d'autres avantages: faible niveau de bruit, basse tension, réglages et circuits moins critiques. Le dernier venu, le transistor à effet de champ est devenu le tripôle semi-conducteur le plus rapide avec des caractéristiques de bruit remarquables (des facteurs de bruit de 3,5 dB à 10 GHz ont été annoncés).

Il est à peine nécessaire de rappeler ici l'influence énorme de la technologie de l'état solide sur tout le domaine des hyperfréquences. Les réductions simultanées de volume et de coût, de même que l'augmentation de fiabilité rendues possibles par l'intégration d'éléments semi-conducteurs sur des microrubans ou des lignes à ruban symétrique sont des facteurs essentiels dans la réalisation de systèmes avancés complexes. L'augmentation d'un facteur 10 de la durée moyenne entre défauts (MTBF) obtenue par l'utilisation de transistors de puissance au lieu des tubes ayant les meilleures performances du point de vue de la durée de vie, est particulièrement digne d'intérêt.

Tubes hyperfréquences

En dépit de l'implantation croissante des semi-conducteurs dans la plupart des applications des hyperfréquences, les tubes sont loin d'être sur la liste des espèces en voie de disparition. Ils continuent à régner dans les domaines pour lesquels la production fiable de signaux de haute puissance est nécessaire, c'est-à-dire dans les émetteurs utilisés en télécommunications et dans les radars et dans les fours micro-ondes. Les nouveaux développements se

sont surtout portés sur l'amélioration de la fidélité, du rendement, de la bande passante, de la fiabilité et de la durée de vie dans un environnement hostile.

Les innovations destinées à faire face aux nouvelles exigences des télécommunications ont été présentées avec deux nouveautés dans les tubes millimétriques et avec deux tubes à ondes progressives mis au point en vue de la diffusion directe de télévision à 12 GHz à partir de satellites. L'opération à plusieurs porteuses et le réglage magnétique par ferrites ont fait l'objet des autres contributions.

Antennes et réseaux

Les antennes à réflecteurs sont celles rencontrées le plus couramment dans les télécommunications, le radar et la radio-astronomie. Bien que les principes de base soient connus depuis les années 1940, ce n'est qu'avec l'apparition d'ordinateurs rapides à grande capacité que l'on a pu envisager de résoudre les problèmes de champs électromagnétiques extrêmement complexes rencontrés dans leur étude. Des antennes à faisceaux multiples sont maintenant nécessaires pour satisfaire aux exigences simultanées des transmissions par satellites. Des faisceaux larges permettent de couvrir de vastes territoires et sont complétés par des faisceaux très étroits dirigés vers les régions de trafic intense. Les techniques de polarisation orthogonale, permettant de transmettre simultanément

deux signaux de même fréquence, imposent des conditions très sévères quant à l'isolation entre les deux polarisations. Dans les systèmes à faisceaux multiples et à balayage, l'ouverture de l'antenne est progressivement bloquée par les dispositifs d'excitation, ce qui réduit le gain de l'antenne et augmente l'amplitude des lobes latéraux. On peut éviter cet inconvénient en déplaçant latéralement l'excitation. L'asymétrie qui en résulte augmente considérablement la complexité et, de ce fait, le coût de l'antenne. Des méthodes de prédiction de performances d'antennes ont été mises au point, faisant usage soit de la théorie électromagnétique, soit de la théorie géométrique de diffraction; les méthodes d'optimisation à l'ordinateur permettent alors d'obtenir la performance désirée.

Les grandes antennes à réseaux de phase sont employées surtout dans des grands systèmes de surveillance radar, et forment un domaine tout à fait distinct.

Composants passifs

De rapides développements apparaissent continuellement dans la théorie et l'application des composants passifs. Les nouveaux systèmes requièrent des composants avec des bandes passantes plus larges, de dimensions et de poids réduits, plus robustes et moins chers. Leur réalisation pose des problèmes, tant sur le plan théorique que pratique. Les nouveautés présentées, sont l'une, de nature plus théorique,

concernant la conception de filtres, de coupleurs microrubans, de limiteurs et de transitions, tandis que l'autre a trait aux aspects technologiques de réalisation, et touche entre autres l'emploi de composés epoxy-fibre de graphite pour applications spatiales et la réalisation de guides rectangulaires pliables à faible taux d'ondes stationnaires.

Remarques finales

Le 4e Congrès européen des hyperfréquences et l'Exposition Microwave 1974 ont certainement été les événements marquants de l'année pour tout le domaine des hyperfréquences. En rassemblant des spécialistes, tant théoriciens que praticiens des hyperfréquences, les conditions propices à la distribution d'information et aux échanges d'idées ont été satisfaites. Vu le vaste domaine couvert par cette manifestation, les participants ont été à même de se faire une opinion personnelle de la situation dans les domaines de la recherche, du développement, des procédés de fabrication et des ventes, qu'il s'agisse de composants, d'instruments ou de systèmes.

L'expérience commune sera poursuivie l'an prochain, le 5e Congrès européen des hyperfréquences et l'exposition Microwave 1975 se tiendront au Centre des Congrès à Hambourg du 1er au 4 septembre 1975.

(Service de presse du Congrès européen des hyperfréquences)

Die elektronische Datenverarbeitung heute und morgen – eine Standortbestimmung der Sperry-Univac

681.3:65.012.23

Daniel SERGY, Bern

Die Entwicklung der elektronischen Datenverarbeitung ist eng mit jener vieler Tätigkeiten des Menschen verknüpft und auch wirtschaftlichen Gesetzen unterworfen. Dabei zeichnet sich ein Wandel in der Anwendung der Computer ab. Die Bedürfnisse gehen sowohl in Richtung der Grossanlagen als auch in jene der Mittelrechner, wobei das Kostenbewusstsein der Kunden immer mehr im Vordergrund steht. Nach der Euphorie der ersten Jahre ist man nüchterner geworden und versucht mit vernünftigen Mitteln und entsprechender Organisation die Anlagen voll auszulasten.

Letztlich lud Sperry-Univac die Fachpresse zu einer Zusammenkunft ein, um über diese Probleme zu informieren. Direktor Dr. H. Keller begrüßte die Teilnehmer und stellte die Firma kurz vor. Auch wenn Univac in Europa praktisch nur als Computerhersteller bekannt ist, so ist sie doch auch im Bereich der Flugsicherung, der Fernsteuerung und sogar der Landmaschinen tätig. Nach einigen Betrachtungen über die Marktlage und die Bedeutung der Firma im Rechensektor, kam Keller auf die heutigen Tendenzen zu sprechen. Aussichten für Grosscomputer bestünden zweifellos im Banksektor, in dem weitere Zusammenhänge für EDV zu erwarten seien. Aber

auch die Industrie verfolge den Trend weiter, «den Computer zurück an den Arbeitsplatz» mit Echtzeit-Anwendungen zu führen, was aber ein Bedürfnis nach leistungsfähigeren Computersystemen verlangen werde. Auch würden immer weniger «Listen» gedruckt und dafür auf ein direktes «Gespräch» mit dem Computer tendiert. Bei den Grosscomputern stelle man immer mehr konzernmässige Zentralisierungen fest, was aber auf keinen Fall die Zentralisierung der Entscheide bedeute. Im Gegenteil, jeder an eine Grossanlage angeschlossene Teilnehmer behält seine Unabhängigkeit, und die Zusammenfassung der einzelnen Tätigkeiten in einer leistungsfähigen Zentralstelle erlaubt deren bessere Ausnützung.

Dann orientierte E. Wullschlegler über die Organisation und die Dienstleistungen der Geschäftsstelle Bern der Univac. Über 70 Mitarbeiter seien für Verkauf, Organisation und Wartung von Computersystemen eingesetzt, so dass die regionale Niederlassung eine umfassende Kundenunterstützung leisten könne. Nicht nur grosse Unternehmen, sondern kleine und mittelgrosse EDV-Anwender stellen heute hohe Ansprüche an ihre Computersysteme. Mehr und mehr werde die Computerleistung mit Terminal im Betrieb an den Platz des Sachbearbeiters und in den Verwaltungen an die Schalter gebracht. Zentrale Datenbanken blieben nicht mehr länger das Privileg der grossen Computerzentren. Neue Anlagen, wie das Modell 90/30 der Univac, böten ein System an, das alle Eigenschaften von Grossanlagen aufweist und trotz-

dem zu günstigen Bedingungen gemietet oder gekauft werden könne. Für die Lösung der EDV-Probleme seien immer häufiger vom Hersteller entwickelte Programmpakete eingesetzt. So stünden Verarbeitungsprogramme für die Fertigungsindustrie zur Verfügung, die einerseits den Aufwand für Programmierung und Analyse erheblich reduzieren und andererseits dem Anwender grösste Anpassungsflexibilität an vorliegende organisatorische Gegebenheiten böten.

Als dritter Referent gab Direktor J. Vonarburg Auskünfte über die Gründe des Bestehens und die Tätigkeiten eines Rechenzentrums. Die von ihm geleitete Birag sei primär ein Rechenzentrum für Bankinstitute, die dem Verband Schweizerischer Regionalbanken und Sparkassen angehören. Sie sei aber nicht etwa eine zentralisierte Verwaltungsstelle, sondern ein selbständiges Unternehmen, das auch Industrie und Handel eine Vielzahl von EDV-Anwendungen im Service biete. Unter den Kunden seien 32 Banken, etwa 70 Industrie-, Handelsfirmen und Verwaltungen zu zählen. In den Verarbeitungsgebieten gehörten Kontokorrente, Spareinlagen, Wertschriften, Daueraufträge usw. für die Banken sowie Löhne, Materialbewirtschaftung, Fakturierung, Betriebs- und Tankstellenabrechnungen für Handel und Industrie. Man könne sich fragen, so fuhr Vonarburg weiter, warum man Kunde bei der Birag werde. Die Gründe dafür seien in der Wirtschaftlichkeit, in der Flexibilität und in verschiedenen anderen Aspekten zu sehen. Unternehmungen, die die Dienstleistungen der

Birag beanspruchen, hätten weniger Investitionen. Sie brauchten auch über weniger oder gar kein EDV-Personal zu verfügen. Für sie seien auch die Fragen des Computertwachstums gelöst, es gebe keine Arbeitsspitzen, keine Zeitprobleme, und die Einführung der elektronischen Datenverarbeitung im Betrieb sei reibungslos gewähr-

leistet. Mit anderen Worten: EDV-Dienstleistungsorganisationen hätten ihre Berechtigung für alle jene Betriebe, die nach modernen Führungs- und Arbeitsmethoden suchen, für die sich aber Kauf (oder Miete) und Betrieb einer eigenen Anlage, aufgrund des zu verarbeitenden Datenvolumens, nicht lohnen würde.

Diese interessante Pressekonferenz ermöglichte, sich über den neuesten Stand und die künftigen Tendenzen zu informieren. Zahlreiche Fragen wurden sehr offen beantwortet, was auf die Notwendigkeit, aber auch auf das gute Gelingen der Veranstaltung zurückzuführen ist.

Literatur - Bibliographie - Recensionen

Hurst S. L. **Schwellwertlogik.** = UTB Uni-Taschenbuch, Band 262. Heidelberg, Dr. Alfred Hüthig Verlag, 1974. 75 S., 19 Abb., 2 Tab. Preis DM 9.80.

Ein elektronisches System kann aufgebaut werden, indem man nur analoge (zum Beispiel Operationsverstärker), hybride (analog/digitale Schaltungen) oder nur digitale Bausteine verwendet. Die rein digitalen Systeme kann man auf zwei Arten verwirklichen: mit Schwellwertschaltgliedern oder mit der Booleschen Technik. Heute werden die Systeme vorwiegend mit Booleschen Schaltgliedern (Tor, Speicher) aufgebaut. Der Vorteil dieser Technik besteht darin, dass man Schaltglieder und Speicher einer Logik-Familie (beispielsweise DTL, TTL, ECL usw.) nur zusammenschalten muss, um die gewünschten Funktionen zu erhalten. Der Nachteil der Booleschen Technik ist, dass der Aufwand zum Aufbau eines Systems grösser ist als bei der Schwellwerttechnik. So kann man ein Drei-aus-Fünf-Problem nur mit einem Schwellwertschaltglied lösen. Bei der Schwellwertlogik werden die Eingänge gewichtet und die Schwelle entsprechend der zu lösenden Funktion festgelegt. Wie man das macht, und wie diese Schwellwertschaltglieder aufgebaut werden, beschreibt der Autor dieses Buches ausführlich. Mit der Schwellwerttechnik können komplexe digitale Systeme einfacher aufgebaut und deshalb wirtschaftlicher hergestellt werden. Die Verbreitung dieser Technik wird jedoch davon abhängen, ob die Schwellwertschaltglieder als monolithische integrierte Schaltungen auf dem Markt angeboten werden oder nicht. Denn es lohnt sich nicht, sie in hybrider oder diskreter Form herzustellen (Preis). Dieses Taschenbuch sei allen Entwicklern von komplexen digitalen Systemen zum Studium empfohlen.

Hp. Herren

Kroschel K. **Statistische Nachrichtentheorie. 2. Teil: Signalschätzung.** Berlin, Springer-Verlag, 1974. 189 S., 41 Abb. VII. Preis DM 23.—.

In der Reihe der Hochschultexte ist nun der zweite Teil einer Einführung in die statistische Nachrichtentheorie erschienen. Während im ersten Band die Signalerkennung und die Parameterschätzung behandelt worden sind, wendet sich der zweite Band dem Thema Signalschätzung zu. Diese Trennung der Theorie nach

zeitunabhängigen und zeitveränderlichen Signalen bereitet aus der Sicht der Nachrichtentechnik zunächst Mühe, ist man sich doch gewohnt, bei wirklich informationstragenden Signalen immer eine ausgesprochene, nicht voraussehbare Zeitabhängigkeit vorauszusetzen. Die Unterscheidung wird jedoch verständlich, wenn man die Entstehungsgeschichte der statistischen Nachrichtentheorie berücksichtigt. Diese erhielt ihre wesentlichsten Anstöße aus Problemstellungen der Mess- und Regeltechnik, und zwar vornehmlich aus dem waffentechnischen Bereich, wo zum Beispiel optimale Vorhalte aufgrund von Radarmessungen berechnet werden müssen. Aus dieser Sicht gesehen, werden tatsächlich die im Text behandelten Begriffe *Filterung*, *Interpolation* und *Prädiktion* in ein neues Licht gerückt, und es wird auch verständlich, wieso die Aufgabe der Schätzung eines (scheinbar) zeitunabhängigen Parameters nicht einfach als Spezialfall der Schätzung von zeitveränderlichen Signalen angesehen wird.

Zunächst wird die Theorie der *Wiener-Filter* entwickelt, die auf stationäre Prozesse angewendet werden können. Eine Einführung in die Beschreibung dynamischer Systeme durch *Zustandsvariable* leitet über zur Behandlung sogenannter *Kalman-Filter* für zeitdiskrete instationäre Signale. Den Abschluss bildet ein Kapitel, in dem die Theorie auf kontinuierliche instationäre Signale und damit auf das *Kalman-Bucy-Filter* ausgedehnt wird.

Der Text ist sehr komprimiert geschrieben, stark mathematisch orientiert und wird beim einen oder anderen Leser den Wunsch nach praktischen und anschaulichen Anwendungsbeispielen aufkommen lassen. Das Literaturverzeichnis verweist auf die bekanntesten, namentlich amerikanischen Lehrbücher und einige wichtige Artikel.

A. Kündig

Surina T., Klasche G. **Angewandte Impulstechnik.** München, Franzis-Verlag, G. Emil Mayer KG, 1974. 210 S., 266 Abb., zahlreiche Tab. Preis DM 30.—.

Wie der Titel des vorliegenden Buches besagt, handelt es sich um ein Werk für den Praktiker. Für das Verstehen werden die Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik vorausgesetzt. Die mathematischen Abhandlungen sind so dargestellt, dass ein Leser mit Kenntnissen der Ele-

mentarmathematik die dargestellten Probleme erfassen und verstehen kann. Dort, wo es nicht ohne höhere Rechenoperationen geht, genügt in den meisten Fällen das Begreifen der errechneten Resultate und Schlussfolgerungen. Der Kreis der besprochenen Impulsschaltungen ist begrenzt. Es kommen fast ausschliesslich praktisch bewährte Schaltungen zur Behandlung. Gerade weil sich aber das vorliegende Buch auf das Wesentliche und Grundsätzliche beschränkt, wird es, trotz der auch auf dem Gebiet der Impulstechnik rasch fortschreitenden Technologie, noch über lange Zeit seinen Aussagewert behalten. Der Aufbau der einzelnen Kapitel entspricht den Forderungen an ein Praktikerbuch. Nach den jeweiligen klaren Begriffsdefinitionen wird in einem theoretischen Abschnitt auf die Probleme und Dimensionierungen mit gebrauchsfertigen Formeln eingegangen. Am Schluss jedes Kapitels wird dem Leser eine praktisch anwendbare, dimensionierte Schaltung beschrieben. Dies gibt ihm die Möglichkeit, mit einem einfachen Laboraufbau den Problemen der Impulstechnik nachzuspüren.

Im ersten Kapitel sind die für das Verständnis der Impulstechnik notwendigen Begriffe und deren Definitionen aufgeführt. Der anschliessende Abschnitt beschreibt die Bauelemente, wobei fast ausschliesslich mit Halbleitern bestückte Schaltungen behandelt werden. Die Röhrentechnik wird nur noch an ganz wenigen Stellen gestreift. Hingegen wird der Anwendung von Ferriten die nötige Aufmerksamkeit geschenkt. Die folgenden Kapitel befassen sich mit der linearen und nichtlinearen Impulsformung und deren Verstärkung. In einem weiteren Teil kommen die Impulserzeuger mit dem astabilen Multivibrator, Sperrschwinger und Sägezahn-generator zur Darstellung. Anschliessend folgen die getriggerten Impulsgeneratoren mit den mono- und bistabilen Multivibratoren und dem Schmitt-Trigger, um nur einige zu nennen. In weiteren Kapiteln wird als kleine Erweiterung des behandelten Stoffes kurz auf die digitalen Schaltungen eingegangen, wobei auch die Schaltalgebra, der Zusammenhang zwischen impulsartigen und harmonischen Vorgängen mit Hilfe der Fourier-Reihe und Laplace-Transformation, an Beispielen erläutert wird. Den Abschluss bildet ein wertvolles Literaturverzeichnis.

H. Bögli