

Zeitschrift:	Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegraфи svizzeri
Herausgeber:	Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe
Band:	42 (1964)
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: 19.02.2026

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

dem eigentlichen Boden liegt? Kurz und gut, wenn es nicht möglich wäre, Leitfähigkeitsmessungen über einem geschichteten Untergrund so auszuführen, dass die Eigenschaften einer jeden einzelnen Schicht bestimmt werden können, müsste man in manchen Gebieten zum vornehmerein auf Widerstandsbestimmungen verzichten. Glücklicherweise ist es aber in vielen Fällen möglich, auch über einem geschichteten Untergrund erfolgreich Messungen durchzuführen, wovon in den nächsten Kapiteln die Rede sein soll.

(*Fortsetzung folgt*)

fumée recouvre un sous-sol rocheux ou si, dans une forêt de pins, un épais tapis d'aiguilles à demi pourries se trouve sur le sol proprement dit? En bref, s'il n'était pas possible d'exécuter des mesures de conductibilité dans un sous-sol stratifié de manière à pouvoir déterminer les propriétés de chaque couche, on devrait renoncer d'avance à déterminer la résistance dans de nombreuses régions. Mais il est heureusement possible dans beaucoup de cas de réaliser avec succès des mesures dans un sous-sol stratifié. Ce problème fera l'objet des chapitres suivants.

(*A suivre*)

Bibliographie

- [1] Wenner F.: A method of measuring earth resistivity US Bureau Stand. Bull. 12, 1916, Nr. 4, p. 469...478.
- [2] Schlumberger C.: Etude de la prospection électrique du sous-sol. Gauthier-Villars, Paris 1920.

Verschiedenes – Divers – Notizie varie

23. Schweizerische Tagung für elektrische Nachrichtentechnik :

621.382-181.4

Miniaturisierung von Elementen und Schaltungen

Mit einer Rekordbeteiligung von mehr als 550 Zuhörern fand am 8. September 1964 im Zürcher Kongresshaus die vom Schweizerischen Elektrotechnischen Verein (SEV) und der Pro Telefon gemeinsam veranstaltete 23. Schweizerische Tagung für elektrische Nachrichtentechnik statt. Das ausserordentlich starke Interesse der Teilnehmer aus Industrie und Verwaltung ist wohl auf die Aktualität des gewählten Themas, das der Miniaturisierung von Elementen und Schaltungen galt, zurückzuführen. Damit wurde für einmal weniger der Fernmeldetechniker angesprochen als vielmehr der Elektroniker ganz allgemein sowie all jene im besonderen, die mit digitalen Steuerungen, elektronischen Überwachungseinrichtungen und Rechenautomaten zu tun haben.

Nach der Eröffnung der Tagung durch den Präsidenten der Pro Telefon, Direktor W. Werdenberg (Cortaillod), konnte dieser unter den Anwesenden zahlreiche Gäste, darunter Vertreter der Hochschulen und Techniken, des Militärs und der PTT-Betriebe, u. a. den Direktor der Fernmeldedienste, Dipl.-Ing. A. Langenberger, begrüssen.

Als erster Vortragender sprach, an Stelle des ursprünglich vorgesehenen, in Amerika weilenden Prof. Dr. Speiser, stellvertretend Dr. Ing. G. Kohn (Forschungslaboratorium der International Business Machines IBM, Rüschlikon ZH) zum Thema.

Grundlagen der Miniaturisierung in der Digitaltechnik

Obwohl die elektronischen Rechenanlagen erst etwa 20 Jahre alt sind, haben sie sich in unserem modernen Leben einen festen Platz gesichert. Zu ihrer ursprünglichen Aufgabe, dem Wissenschaftler Berechnungen zu ermöglichen, die ihres Umfangs wegen der menschliche Rechner nicht bewältigen kann, ist bald die noch viel grössere Aufgabe getreten, die riesige Zahl der in der Wirtschaft anfallenden Daten zu verarbeiten und dem Menschen Routinearbeit abzunehmen. Es kann mit Sicherheit angenommen werden, dass die stürmische Entwicklung der Datenverarbeitung weitergehen wird. Elektronische Rechenanlagen werden helfen, industrielle Prozesse zu kontrollieren, die Sicherheit im Luftverkehr zu erhöhen, die Wetterbeobachtung und -voraussage zu verfeinern, um nur einige Möglichkeiten zu erwähnen.

Die Entwicklungsgeschichte digitaler Rechenanlagen lässt sich in Generationen einteilen. In der ersten wurden Elektronenröhren zur Verknüpfung von Informationen eingesetzt. Grundsätzliche Nachteile, wie die grosse Hitzeentwicklung und vor allem die verhältnismässig geringe Zuverlässigkeit, begrenzen die Einsatzmöglichkeit röhrenbestückter Anlagen. Erst der zweiten Generation gelang der Durchbruch zur heutigen Bedeutung. Festkörperschaltungen mit Transistoren, Dioden und Magnetkernen ergaben eine Zuverlässigkeit, Geschwindigkeit und Handlichkeit, wie sie den heutigen marktgängigen Anlagen eigen ist.

Die militärische Entwicklung der Elektronik der letzten Jahre hat den Anstoß zum Bau sehr kleiner Digitalrechner gegeben; sie werden für Flugzeuge, Raketen und Satelliten benötigt. Dazu versucht man heute die Komponenten, aus denen solche Anlagen zusammengesetzt sind, zu miniaturisieren und in Bausteine zu integrieren, die sich als Einheit herstellen lassen. Da man erwarten darf, dass diese Miniaturschaltungen nicht nur kleiner, sondern auch schneller als die bisherigen Schaltungen gemacht werden können, und man zudem annehmen kann, mit ihrer Hilfe in handlichen Anlagen noch wesentlich umfangreichere Probleme zu bearbeiten, greift die Anwendung der Miniaturtechnik weit über den militärischen Bereich hinaus auch auf zivile Gebiete über.

Die dritte Generation der Digitalrechner wird mit grosser Wahrscheinlichkeit von miniaturisierten Schaltelementen, die zu Baugruppen integriert sind, Gebrauch machen. Der Bedeutung dieses aussichtsreichen Gebietes der Elektronik entsprechend, befasste sich der Referent in seinem Vortrag sehr eingehend mit den Grundlagen der Miniaturisierung in der Digitaltechnik. Er erläutert einmal die grundsätzlichen Fragen nach der grösstmöglichen Packungsdichte der Bauelemente. Heute ist man in der Lage, zwischen 0,2...1 Elemente bis zu 10^3 Elemente je cm^3 (bei der Minuteman-Rakete) zu packen. Der praktischen Technologie wird es jedoch nur gelingen, etwa $10^1\ldots10^2$ Elemente auf einem Kubikzentimeter zu konzentrieren. Beschränkungen ergeben sich u.a. aus der Wärmeentwicklung, die eine Folge von Signalpegel und Spannung darstellt. Die Frage nach der höchstmöglichen Geschwindigkeit miniaturisierter Schaltungen hängt einmal von

den Laufzeiten und den Reflexionen auf den Verbindungsleitungen der einzelnen Bausteine und zudem von der Geschwindigkeit der einzelnen Baugruppen selber ab. Einer der Gründe, warum die Miniaturisierung in zivilen Rechenanlagen gefördert wird, ist in der wesentlich verkürzten Laufzeit miniaturisierter elektronischer Bauteile zu suchen. Die Arbeitsgeschwindigkeit der Baugruppen hängt von den Speichereffekten in Transistoren und Dioden (die durch besondere Massnahmen auf 1 ns oder etwas darunter gesenkt werden können), der Kapazität der Sperrsichten und der Grenzfrequenz der Transistoren (die heute noch bei 1 GHz liegt, in Zukunft aber wohl auf etwa 10 GHz gesteigert werden kann) ab. Gelänge es, die Zuverlässigkeit und den Produktionsausstoss zu verbessern, dann könne man, so schloss Dr. Kohn seine Ausführungen, tatsächlich hoffen, dass wir mit sehr kurzen Geschwindigkeiten in der Grössenordnung von 1 Nanosekunde (ns) je logischer Entscheidung rechnen dürfen und dass künftig sehr viel höhere Packungsdichten zu erwarten seien. Dabei ergeben sich aber gewisse Grenzen, innerhalb derer eine Miniaturisierung möglich oder aber auch nach unseren heutigen Kenntnissen sinnvoll ist.

In seinem Zwischenvotum erinnerte der Tagungsvorsitzende, Prof. H. Weber, Vorstand des Instituts für Fernmeldetechnik an der ETH Zürich, daran, dass jeder Mensch in seinem Kopf selber ein miniaturisiertes Rechenzentrum mit sich herumtrage, das noch sehr viel enger gepackt sei, als es die Technologie heute und in absehbarer Zeit zu bauen erlaube. Er bezeichnete es als erstrebenswertes Ziel der elektronischen Rechentechnik, die gleichermaßen der Steuerung, Überwachung und Computertechnik diene, mit unvollkommenen Elementen eine sehr vollkommene Funktionsfähigkeit zu erreichen. Dabei zeige sich allerdings, dass je kleiner die Elemente seien, desto grösser der Aufwand oder die Ausfälle würden.

Der zweite Redner der Tagung, Dr. sc. nat. K. Hübner (Centre électronique horloger, Neuenburg) sprach traditionsgemäss in französischer Sprache über

Die neuen Techniken der miniaturisierten Elemente

Die Mikroelektronik hat die physische Verkleinerung elektronischer Schaltkreise zum Ziel, wie sie für gewisse Anwendungen – Raketen, Uhren, Computer, Hörgeräte, usw. – wichtig sind.

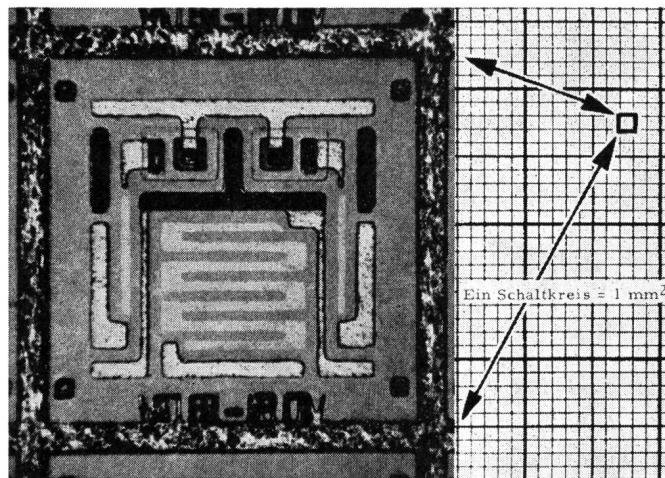


Fig. 1

Festköperschaltkreis mit aufgedampften Widerständen in Hybridtechnik. Die Abmessungen des Schaltkreises betragen etwa 1×1 Millimeter (im Bild vergleichsweise zu einer graphischen Darstellung auf Millimeterpapier gezeigt)

(Telefunkenbild)

Ausserdem kann die Miniaturisierung dank der Einsparung von Rohmaterial und der Steigerung der Verlässlichkeit eines elektronischen Systems auch ökonomische Vorteile bieten. Der Redner streifte nach einer kurzen Einleitung u. a. auch die Frage der Selbstdioden in der Mikrotechnik und kam dann auf die bei miniaturisierten Bauelementen in erster Linie verwendeten Materialien (Silizium, Tantal, Cadmium-Sulfide) zu sprechen.

Die beiden wichtigsten industriell angewandten Techniken liefern die diffundierten Festköperschaltkreise und die Dünndünnfilmschaltungen. Festköperschaltkreise bestehen aus einem ungefähr $0,25 \text{ mm}^3$ messenden Block Silizium, in dem durch Diffusion von Fremdstoffen Widerstände, Kondensatoren, Transistoren und Dioden erzeugt werden. Durch mehrfaches Aufdampfen oder Kathodenerstäuben von gut leitenden Metallen (z. B. Gold, Aluminium), schlecht leitenden Metallen (z. B. Nichrome, Tantal) und Isolatoren (z. B. Siliziummonoxyd) auf isolierende Substrate erhält man die Kondensatoren und die Widerstände der Dünndünnfilmschaltungen. Diese müssen zur Zeit noch durch externe aktive Elemente (Transistoren, Dioden) ergänzt werden. Schaltkreise, die aus einzelnen diffundierten Elementen, zum Teil durch Dünndünnfilm-elemente ergänzt, in ein und demselben Gehäuse zusammengebaut sind, nennt man im allgemeinen Hybridschaltungen (Fig. 1).

Jede dieser Techniken hat ihre Vor- und Nachteile. So eignen sich beispielsweise Festköperschaltungen besonders für logische Schaltungen, Dünndünnfilmschaltungen für niederfrequente Anwendungen mit grossen Kapazitäten und Widerständen und Hybridschaltungen für hochfrequente Kreise mit hohen Anforderungen an die Toleranzen der Einzelteile.

Schlüsslich trat Dr. Hübner auf einige technologische Aspekte der Mikroelektronik ein, wie die Anwendung photographischer Methoden für die Formgebung der oft nur wenige Mikrons messenden Miniatschaltungen und der Thermokompression für das Anbringen der etwa 18 Mikrons messenden Kontakte auf den Kleinstbauteilen.

Die Frage nach der Entwicklung in der nahen Zukunft beantwortete der Redner in dem Sinne, dass man zwischen Verbesserungen der bestehenden Technik und der Vervollkommenung neuer Elemente unterscheiden müsse. Zum Beispiel könnte mit der Verbesserung der Isolatoren zwischen den einzelnen Elementen in Festköperschaltungen in nächster Zeit gerechnet werden. Außerdem seien neuartige Feldeffekttransistoren und Metallbasistransistoren für höhere Frequenzen zu erwarten. Zum Schluss wies der Referent noch auf die Tatsache hin, dass die Mikroelektronik fast sämtliche Zweige der Naturwissenschaften vereinige, wie es in diesem Masse für ein Spezialgebiet sonst selten der Fall sei.

In seinen die Tagung abschliessenden Worten stellte Prof. H. Weber zusammenfassend fest, dass auf diesem interessanten Gebiete noch allerhand zu tun sei und nur mit einer langsamen Ausbreitung gerechnet werden könne.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die beiden Vorträge im «Bulletin SEV» – vermutlich im Laufe des Winters – vollumfänglich veröffentlicht werden.

Dank dem freundlichen Entgegenkommen verschiedener Firmen bot sich am Nachmittag den Tagungsteilnehmern Gelegenheit, nach den theoretischen Ausführungen praktische Bekanntschaft mit der Miniaturisierung zu machen. Die *Contraves AG* in Zürich-Seebach vermittelte dabei einen Überblick über ihre Produkte und führte ein von ihr entwickeltes digitales Rechnergerät vor, das der Steuerung eines Koordinatographen dient. Im *IBM-Forschungslaboratorium* in Rüschlikon wurden die Einrichtungen des Laboratoriums sowie einige neuere Forschungsergebnisse gezeigt, während die Besucher der *Micro-Electric AG* in Zürich-Seebach die Herstellung von Transistor-Hörgeräten, bei denen die Miniaturisierung eine wesentliche Rolle spielt, und die Fabrikation von Miniaturpotentiometern verfolgen konnten. Ein Besuch bei der *Philips AG* in Zürich machte mit der Entwicklung und Fabrikation von Transistoren bekannt.

Chr. Kobelt