

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: 40 (1962)

Heft: 11

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: 13.01.2026

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

Hochfrequenztechnik im Dienste der Gastro-Medizin

Um den Magensaft zu untersuchen, musste bisher der Patient einen Schlauch schlucken, eine für die meisten sehr unangenehme Prozedur. Neuerdings steht dem untersuchenden Arzt für bestimmte Fälle die sogenannte «Heidelberger Kapsel», ein kleiner – von *Telefunken* entwickelter –, verschluckbarer Hochfrequenzsender zur Verfügung. Dieser misst die pH-Werte des Magensaftes und strahlt die Ergebnisse laufend nach aussen ab. Die pH-Änderungen beeinflussen die Sendefrequenz, die von einer dem Patienten gürtelförmig umgelegten Antenne aufgenommen und in einem Messempfänger ausgewertet und registriert wird. Diese moderne Einrichtung wird seit längerer Zeit in verschiedenen Universitätskliniken und Krankenhäusern benutzt. Das Urteil von Ärzten und Patienten über diese neue, EGG (Elektro-Gastro-gramm) genannte, direkt ablesbare Methode ist sehr positiv.

Die «Heidelberger Kapseln» sind für einmaligen Gebrauch vorgesehen; sie verlassen den menschlichen Körper auf natürlichem Wege. Der Gastro-Intestinalsender ist in einem kleinen schlagfesten Plexigumgehäuse von 8 mm Durchmesser und 18 mm Länge untergebracht. Er ist in einer induktiven Dreipunktschaltung schwingender Transistorsender (Transistor AF 128) mit eigener Stromversorgung. Diese setzt sich aus einer Batterie konstanter Spannung für den Kollektorstrom und einer Basisspannungsbatterie zusammen. Die Kollektorbatterie befindet sich im Innern der Kapsel und besteht aus zwei geeigneten Elektroden in physiologischer Kochsalzlösung als Elektrolyt. Er wird durch eine saugfähige Füllung gebunden. Die Kollektorspannung beläuft sich auf etwa 1,5 V.

Die pH-abhängige Basisbatterie – sie ist die Messstrecke – besteht aus einer aussen um die Kapsel gelegten Antimonringelektrode und einer inneren Silberchloridelektrode. Die zu messende Lösung, beispielsweise der Magensaft, steht zwischen der äusseren Antimonelektrode und der inneren Silberchloridelektrode. Zwischen 2...7 pH ändert sich die Basisbatteriespannung fast linear von 150...450 mV. Damit ändert sich aber auch die Frequenz des mit einigen MHz schwingenden Oszillators um insgesamt etwa 5 Prozent. Die Messgenauigkeit ist in diesem Bereich über einen

Zeitraum von eineinhalb Stunden maximal 0,5 pH. Zwischen 1...2 pH sowie zwischen 6...8 pH verläuft die Frequenz etwas flacher.

Der Empfänger ist in einem pultförmigen Gehäuse untergebracht. Neben einem Anzeigeinstrument ist ein Wachspapier-schreiber angeordnet, der die Messergebnisse registriert. Die aus dem Körper des Patienten als magnetisches Feld der Oszillator-spule gesendeten Hochfrequenzsignale werden von einer Antenne aufgenommen, die aus drei senkrecht zueinander polarisierten Systemen besteht. Diese Anordnung ist notwendig, weil sich die Lage der Kapsel im Magen, und damit die Polarisation der abgestrahlten Wellen, verändert. Jedes der drei Systeme arbeitet auf eine getrennte Eingangsstufe, die elektronisch in Abhängigkeit von der Signalstärke geöffnet werden, so dass immer eine genügend stark mit Hochfrequenz versorgte Antenne an den Empfänger angeschlossen ist. Nach einem Bandpass folgt ein zweistufiger Hochfrequenzverstärker, an den sich die Mischdiode anschliesst. Die Oszillatorfrequenz ist veränderlich, um die Frequenztoleranzen der «Heidelberger Kapseln» auszugleichen. Jede pH-Abweichung hat eine Frequenzänderung zur Folge. Die Differenzfrequenz gelangt über den nachfolgenden Tiefpass in den zweistufigen Differenzfrequenzverstärker. Dieser steuert die Impulsformerstufe an, deren Ausgangssignal die zweite Stufe und den Taktgeber beeinflusst. Nach anschliessender Gleichrichtung wird die Differenzfrequenz von einem Messinstrument angezeigt und vom Schreiber registriert.

Bei zu kleiner Eingangsamplitude sprechen die Impulsformerstufen nicht an, das heisst das Instrument zeigt keinen Ausschlag. Dies wird zur Prüfung der «Heidelberger Kapseln» ausgenutzt. Dazu werden sie in eine besondere Eichantenne gesteckt, die unter anderem ein 20-dB-Dämpfungsglied enthält. Es wird durch Drücken einer Prüftaste eingeschaltet. Bei einwandfreier Kapsel muss das Instrument ausschlagen.

Das Beispiel dieser Neuentwicklung zeigt einmal mehr, wie die ständig fortschreitende Hochfrequenztechnik, zusammen mit der Miniaturisierung der Bauteile, neue nützliche Anwendungsmöglichkeiten schafft.

R.



Fig. 1

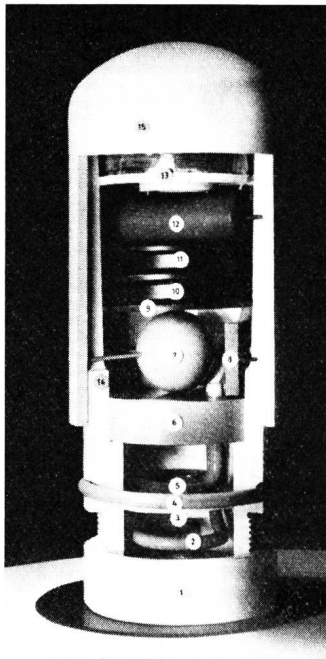


Fig. 2



Fig. 3

Fig. 1. Die «Heidelberger Kapsel» ist nur bleistiftspitzgross. Sie wird künftig viele Magenuntersuchungen erleichtern. **Fig. 2.** Querschnitt durch den Gastro-Intestinalsender. 1 = Verschlussklappe, 2 = Silberchlorid-Elektrode, 3 = Fliesspapier, 4 = Antimonelektrode, 5 = Magnesiumelektrode, 6 = Gummidichtung, 7 = Transistor AF 128, 8, 10, 11 = Kondensatoren, 9 = Isolierscheibe, 12 = Widerstand, 13 = Spule, 14 = Gehäuse, 15 = Gehäusekappe. **Fig. 3.** Das Verhalten des Senders im Mageninnern wird vom Messempfänger ausgewertet, links der Registrierschreiber. (Werkphotos)

Schweizerische Fernseh-, Elektronik- und Radio/Phono-Ausstellung «fera» 1962 in Zürich

Wie schon der in diesem Jahre zum zweitenmal verwendete neue Name – für eine längst Tradition gewordene Ausstellung – zum Ausdruck brachte, bildeten Fernsehen, Radio und Phono, das heisst die Unterhaltungselektronik einerseits und die industrielle Elektronik in ihrer ganzen Vielfalt andererseits, die Grundpfeiler der Veranstaltung. Mit der «fera 1962» fand vom 30. August bis zum 4. September die 34. Ausstellung ihrer Art in Zürich statt, die erneut die letzten Entwicklungen auf diesen Gebieten zeigte. Mit 61 Ausstellern und 66 Ständen konnte sie abermals einen Rekord verzeichnen. Ein ausserordentlich reger Besuch und grosses Interesse von Seiten der Fachleute und des Laienpublikums waren der Veranstaltung beschieden.

Trotz ihrem schweizerischen Namen war auch die diesjährige Schau wiederum ausgesprochen international. Neben den einheimischen Erzeugnissen zeigte sie die Spitzenprodukte aus allen führenden Industriestaaten des Westens. Dank dieser Konzeption war die «fera 1962» nicht nur die weitaus bedeutendste Ausstellung ihrer Art in der Schweiz, auch auf europäischer Ebene steht sie mit an der Spitze. Wenn sich Jahr für Jahr mehr fachlich interessierte Besucher aus dem Ausland an ihr treffen, dann hängt dies nicht zuletzt damit zusammen, dass hier der wirklich freie, weltweite Wettbewerb herrscht und sich deshalb die internationalen Leistungen in einem konzentrierten Querschnitt überblicken lassen.

Die Entwicklung von Fernsehen, Radio und Phono verläuft gegenwärtig in einer Phase der Perfektionierung, während für die Elektronik das dynamische Moment vorherrschend ist. Auf die dann und wann aufgeworfene Frage, ob sich unter diesen Umständen der Aufwand für eine alljährliche «fera» noch rechtfertige, kam der diesjährige Ausstellungspräsident, Fürsprecher *Th. Gullotti* (Bern), in seiner Eröffnungsansprache zurück. Er nannte als Gründe, die für die Durchführung sprechen:

- kommerzielle Interessen der schweizerischen Radio- und Fernsehbranche;
- das Bedürfnis nach einer Fachausstellung, an der sich sowohl Publikum als auch Fachleute über die modernen Übermittlungstechniken orientieren können;
- den Wunsch, den Kontakt zwischen den Studios von Radio und Fernsehen sowie dem Publikum zu pflegen und
- die Notwendigkeit, interessierten Kreisen die Möglichkeit zu bieten, sich mit dem neuesten Stand der Elektronik vertraut zu machen und sich weiterzubilden.

Deshalb umfasste die «fera 1962» im Kongresshaus nicht nur die reine Ausstellung, sondern sie beherbergte auch je ein kleines Studio für Fernsehen und Rundsrund, wo die Besucher hinter die Kulissen sehen und auch selber an Wettbewerben und Publikumsspielen direkt teilnehmen konnten. Der Information und Weiterbildung auf dem Gebiete der Elektronik waren die beiden Elektroniktage gewidmet, die an zwei Tagen unter den Auspizien der Ausstellungsleitung in der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) durchgeführt wurden.

Unsern Bericht über die Ausstellung beschränken wir auch dieses Jahr wieder auf die Aufzeichnung der Tendenzen.

Der seit einer Reihe von Jahren bei Radio- und Fernsehempfängern zu beobachtende Wandel des Gehäusestils zur sachlichen, meist asymmetrischen Form, dauert an.

Beim

Fernsehempfänger

hat sich die rechteckige 23-Zoll-Bildröhre (58 cm Diagonale) durchgesetzt, die kleinere 19"-Röhre findet sich nur in verhältnismässig wenigen Modellen. Die Verwendung der sogenannten Kurzbildröhre erleichtert den Bau von Gehäusen geringer Tiefe. Fast alle Empfänger sind auch für den Empfang von Sendern in Band IV/V eingerichtet. Neu waren 5-Normen-Apparate, um zu gegebener Zeit das zweite französische Programm empfangen zu können. Auffallend stark verbreitet sind – bei deutschen Geräten – optische, elektromagnetische oder elektronische Einrichtungen zur Unterdrückung der Zeilenstruktur des Fernsehbildes. Ferner wurde der Bedienungskomfort durch automatische Regeleinrichtungen und teilweise auch durch Pseudo- und echte

Stationstasten ergänzt, die Fernbedienungsmöglichkeiten wurden erweitert. Ganz neue Perspektiven eröffnen die bis auf die Bildröhre volltransistorisierten batterie- und netzgespeisten portablen Fernsehapparate, wie solche aus japanischer Produktion (mit 8"-Bildröhre) und von einem deutschen Hersteller (mit 14"-Röhre) gezeigt wurden. Die Preise dieser Empfänger liegen zwischen etwa Fr. 1150.— und Fr. 1400.—. In den konventionellen Heimempfängern dagegen findet der Transistor einstweilen nur zögernd Eingang, wie etwa im Tuner einzelner Modelle. Eine andere Neuheit stellt die Möglichkeit des «stummen Fernsehens» dar, bei welcher der Zuschauer den Ton – ohne Belästigung der Mitwelt – über Ohrhörer empfängt; die Übertragung erfolgt im einen Fall über einen Spezialanschluss und Kabel, im andern drahtlos mit Hilfe eines im Empfänger mit einfachen Mitteln erzeugten elektromagnetischen Feldes und einem Spezialempfängerehen.

Beim

Radio

zeichnen sich die Rückwirkungen des Fernsehens deutlich ab: die mittleren und kleineren Empfänger werden bevorzugt und dominieren entsprechend das Angebot. Der Transistor hat die Elektronenröhre auch im Heimempfänger noch mehr verdrängt, dagegen haben sich die letztes Jahr aufgetauchten netzunabhängigen kleinen Heimempfänger beim Publikum offenbar nicht im erwarteten Masse durchgesetzt – sie erscheinen nun in etwas geringerer Zahl auf dem Markt. Auf dem Sektor der portablen Radios ist – ausser der weitverbreiteten Berücksichtigung der Ultrakurzwelle – einerseits der Hang zur Kleinheit, andererseits bei grösseren Geräten das Wiederauftauchen von einsetzbaren Netzteilen anstelle der Batterien zu beobachten. Bei den Anlagen für gehobene Ansprüche setzt sich immer mehr das Baukastenprinzip mit getrennten, in länglichen Gehäusen untergebrachten Empfangs-/Verstärkerteilen (Steuergeräte) und Lautsprechern durch. Diese Teile lassen sich leicht und verhältnismässig unaufdringlich in die Möblierung moderner Wohnräume einfügen. Das Interesse an der traditionellen Musiktaste geht zurück. Im Blick auf allfällige HF-Stereophonie haben einzelne Hersteller ihre Spitzengeräte so weiterentwickelt, dass mit Hilfe eines Adapters aus dem schon heute für NF-Stereophonie eingerichteten Apparat ein vollwertiger, zweikanaliger Empfänger wird.

Was das Gebiet

Phono

betrifft, ist das weitere, wenn auch langsame Vordringen der NF-Stereophonie festzustellen. Bei den Plattenspielergeräten ist die Verwendung von Saphir- oder sogar Diamantnadeln üblich. Gross ist das Angebot an Verstärkerkoffern (mit und ohne Stereo sowie für Netz- und Batteriebetrieb), ferner an High-Fidelity-Apparaturen. Bei den Tonbandgeräten ist heute ein grosser Teil für Vierspurtechnik entwickelt, was dem Wunsche breiter Kreise nach möglicher Ausnützung der Tonträger Rechnung trägt. Neue, extrem dünne Tonbänder gestatten ausserdem mehr Band auf die Spulen zu bringen. Neu ist die Tendenz, auch beim Tonbandgerät die meisten Einstellfunktionen und Regelvorgänge zu automatisieren, wodurch neue Käuferschichten erschlossen werden können.

Zahlreich waren an der «fera 1962» die gezeigten *Antennen*, bei denen der Trend glücklicherweise immer mehr zur Gemeinschaftsanlage verläuft.

Auch dieses Jahr waren Pro Radio-Television, Pro Telephon und der Informationsdienst der SRG wieder mit einem *Informations- und Auskunftsstand* für Radio und Fernsehen sowie den Telephonrundspruch an der Ausstellung vertreten und zeigten ausserdem anhand verschiedener Modelle neue Studiobauten und im Entstehen begriffene Senderanlagen.

In der

Elektronik

eröffnen sich der Industrie immer wieder neue Einsatzmöglichkeiten. Vieles, das heute erst als Wunsch vorliegt, kann schon morgen Wirklichkeit werden. Dieser Tatsache wurde an der «fera 1962» insofern Rechnung getragen, als sie den Bestandteilen

der Elektronik, aber auch fertigen Produkten, den Werkzeugen und Hilfsmitteln einen besondern Platz im Rahmen der Gesamtschau einräumte. Die Tendenz zu immer kleineren Komponenten, die Miniaturisierung, ist unverkennbar. Parallel dazu verläuft die Weiterentwicklung der gedruckten Schaltungen von einer auf mehrere Ebenen, unter besonderer Berücksichtigung der

schwierigen Verbindungsprobleme. Auch die Bildung steckbarer Bauteile für die verschiedensten Zwecke entspricht der Entwicklung. Dieser Teil der «fera» richtete sich natürlich vorab an den Fachmann, für den auch die beiden Elektroniktage an der ETH durchgeführt wurden, worüber der nachstehende Bericht orientiert.
Chr. Kobelt

Die Elektroniktage anlässlich der «fera» 1962

Im Rahmen der Schweizerischen Elektronik-, Fernseh- und Radio/Phono-Ausstellung «fera» 1962 in Zürich wurden am 31. August und 3. September im grossen Physikhörsaal der Eidgenössischen Technischen Hochschule an besondern Elektroniktage acht Vorträge gehalten. Mit einer Ausnahme hatten sie Untersuchungen und Entwicklungen elektronischer Bauelemente zum Thema. Es wird hier versucht, diese Vorträge inhaltsmässig kurz zusammenzufassen.

Dr. F. Beyerlein, München:

Betriebszuverlässigkeit elektronischer Bauelemente

Der Ausfall eines elektronischen Bauelementes ist die Folge seiner materiellen Strukturänderungen, die es durch Betriebsbeanspruchung und ausserordentliche Zusatzbeanspruchungen erfährt. Diese Zusatzbeanspruchungen – äussere Ausfallursachen – sind allgemein

- a) elektrische Grössen: Überspannung, Überlast;
- b) klimatische Einflüsse: Umgebungstemperatur, Feuchtigkeit.

Die Brauchbarkeitsdauer ist die Zeit, während der ein Kollektiv gleicher Bauelemente betriebsfähig ist; sie hängt von den Betriebsbedingungen ab. Unter der Betriebszuverlässigkeit versteht man nun den mittleren Ausfallsatz dieser Bauelemente innerhalb der Brauchbarkeitsdauer.

Die Betriebszuverlässigkeit gewinnt man mit Hilfe statistischer Auswertung der Resultate von Langzeitversuchen, zudem kann man sich oft auf langjährige Erfahrungen stützen. Langzeitversuche liefern – hier für Kondensatoren gezeigt – folgende zeitliche Abhängigkeit der Ausfälle:

- c) Die Normalausfälle sind Exponentialfunktionen der Zeit, wobei die Zeitkonstante von den Betriebsbedingungen abhängig ist.
- d) Im ersten Zeitabschnitt überlagert sich der Exponentialfunktion eine zweite Funktion. Die Ausfälle in diesem Zeitabschnitt nennt man Frühausfälle.

Gemäss c ist es nun möglich, zuverlässige Beziehungen zwischen Lebens- oder Brauchbarkeitsdauer und Belastung zu finden, woraus sich die relative Lebensdauer berechnen lässt. Chevalier fand 1951 für Phasenschieberkondensatoren:

$$\text{Relative Lebensdauer} = \frac{L_2}{L_1} = \left(\frac{U_1}{U_2}\right)^x \quad \text{mit } x \approx 5$$

Alterungserscheinungen sind vorwiegend temperaturabhängig. Demzufolge ist nebst der Wahl geeigneter Materialien und sorgfältigem, zweckmässigem Aufbau auch der geometrischen Form des Bauelementes Beachtung zu schenken (Temperaturableitung). Schwierigkeiten bei der Herstellung zuverlässiger Bauelemente drängen sich im Falle der Miniaturisierung auf. Es darf gesagt werden: Je höher man die Bauelemente züchtet, desto grösser wird bei gleichen Realisierungsprinzipien der Ausfallsatz.

Prof. Dr. M. J. O. Strutt, Zürich:

Vergleichende Alterungserscheinungen an Transistoren

Die Alterungsgeschwindigkeit der Transistoren hängt hauptsächlich von der Kristalltemperatur, besonders der Temperatur der Kollektor-Sperrschicht ab. Da eine vergleichende Parametermessung äquivalenter Transistortypen verschiedener Fabrikate bei gleicher thermischer Belastung erfolgen soll, eignet sich hierfür der Lagertest besser als der Arbeitstest. Lagertest heisst Lagerung der Transistoren bei bestimmter hochstabilisierter Temperatur und anschliessende Ausmessung in festgelegtem Arbeitspunkte bei wohldefinierter Messtemperatur. Es zeigt sich dabei, dass der Kollektorstrom in bezug auf Alterung praktisch keinen Einfluss hat.

Liegen je Transistortyp eines Fabrikates wenig Exemplare zur Prüfung vor, empfiehlt sich die Bildung des medianen, im Falle vieler Exemplare die Bildung des arithmetischen Mittelwertes der Messresultate.

Die Prüfergebnisse zeigen, dass wegen des Nachwirkeffektes erst etwa 14 Stunden nach erfolgtem Wechsel auf die Messtemperatur gemessen werden soll. Prüfungen über 1000 Stunden zeigen praktisch keine Stabilisierungstendenzen. Es ist notwendig, die Messungen über längere Zeiten auszudehnen; der Referent empfiehlt mindestens 3000 Stunden.

A. Gerlach, dipl. phys., Düsseldorf:

Zenerdioden

Die Sperrkennlinien sämtlicher Halbleiterdioden zeigen grosse Ähnlichkeit mit der Stromspannungs-Charakteristik der Glimmentladung. Bei einer gewissen negativen Spannung, der sogenannten Durchbruchspannung, steigt der durch thermische Ionisierung und Kristall-Oberflächenstörungen bedingte Sperrstrom (Grössenordnung ungefähr 20 nA) in sehr engen Spannungsintervallen um mehrere Grössenordnungen an. Diese Charakteristik, die sich vorzüglich zur Spannungsstabilisierung eignet, lässt sich bei gewöhnlichen Halbleiterdioden wegen der starken Erwärmung nicht ausnützen. Hierzu sind besonders aufgebaute Siliziumdioden, sogenannte Zenerdioden, erforderlich.

Die physikalischen Vorgänge im Abbruchgebiet lassen sich einerseits durch den Zenereffekt (Dr. Carl Zener), andererseits mit dem Lawineneffekt (McKay, Wolff) erklären. Beifügend sei erwähnt, dass der Zenereffekt negativen, der Lawineneffekt positiven Temperaturkoeffizient zeigt.

Unter stark vereinfachten Annahmen schätzte der Referent rechnerisch die Sperrschichtdicke in Funktion der Zenerspannung ab. Die Resultate seien hier wiedergegeben:

$$\begin{array}{llll} U_z = 3,5 \text{ V} & q = 10 \text{ m } \Omega \text{ cm} & \longrightarrow & d \approx 0,1 \mu\text{m} \\ U_z = 12,0 \text{ V} & q = 100 \text{ m } \Omega \text{ cm} & \longrightarrow & d \approx 0,6 \mu\text{m} \\ U_z = 50,0 \text{ V} & q = 1 \Omega \text{ cm} & \longrightarrow & d \approx 4 \mu\text{m} \end{array}$$

Das thermische Verhalten der Zenerdioden mit für $U_z < 5,2 \text{ V}$ -negativem und für $U_z > 5,2 \text{ V}$ -positivem Temperaturkoeffizienten zeigt, dass im ersten Fall vorwiegend der Zenereffekt, im zweiten Fall hauptsächlich der Lawineneffekt im Abbruchgebiet wirksam ist. Der differentielle Widerstand in Funktion der Zenerspannung zeigt beim Vorzeichenwechsel des Temperaturkoeffizienten ein ausgesprochenes Minimum, wobei er in Richtung kleinerer Zenerspannungen stark, in Richtung höherer Zenerspannungen ungefähr quadratisch mit der Zenerspannung ansteigt. Im Interesse niedrigen differentiellen Widerstandes werden daher Zenerdioden mit $U_z < 3 \text{ V}$ nicht hergestellt, ebenso ist es zweckmässiger, bei der Stabilisierung höherer Spannungen (ungefähr von 20 bis 30 V an) Zenerdioden in Serie zu schalten. Dies erlaubt zudem bei zweckmässiger Wahl der Zenerdioden eine Minimalisierung des Temperaturkoeffizienten.

Bei der Fabrikation der Zenerdioden wurde anfänglich der Legierungsprozess angewandt. Das modernere Diffusionsverfahren erlaubt indessen die Herstellung von Zenerdioden höherer Zenerspannung.

Gegenüber dem Glimmstabilisator zeigt die Zenerdiode folgende Vorteile:

- a) kleinerer differentieller Widerstand;
- b) kein Unterschied zwischen Zünd- und Brennschaltung;
- c) Möglichkeit der Stabilisierung kleiner Spannungen bis hinab zu 3 V (untere Grenze des Glimmstabilisators etwa 60 V).

Als Anwendungsbeispiele erwähnte der Referent:

Ein- und zweistufige Stabilisierungsschaltungen.

Brückenstabilisierungsschaltungen für kleine Ausgangsspannungen.

Referenzspannungsquelle für transistorisierte Stabilisierungsschaltungen.

Erzeugung von Gittervorspannungen bei Röhren.

Überlastschutz und Nullpunktunterdrückung bei Messinstrumenten.

Koppelglied bei Gleichstromverstärkern.

Erzeugung logarithmischer Spannungen.

G. Schiess, dipl. Ing., Zürich:

Neuentwicklungen und Tendenzen auf dem Halbleitergebiet

Der Neuentwicklung von Transistoren liegen folgende Ziele zugrunde:

1. Verbesserung der Hochfrequenzeigenschaften, wie optimale Leistungsverstärkung und Linearität bei hohen und höchsten Frequenzen bei den Forderungen:
 - a) Vergrößerung der Kollektor-Emitter-Spannung;
 - b) Reduktion der Restspannung beziehungsweise des Sättigungswiderstandes;
 - c) Erhöhung der Verlustleistung;
 - d) geringes Eigenrauschen.
2. Entwicklung von Bauformen und Prozessen, die eine wirtschaftliche Fertigung der Transistoren erlauben.

Gute Hochfrequenzeigenschaften verlangen kurze Laufzeiten der Minoritätsträger vom Emitter zum Kollektor sowie allgemein kleine Kapazitäten und kleine Bahnwiderstände, besonders einen kleinen Basis-Ausbreitungswiderstand.

Da nach *Shockley* die Laufzeit in der Basis proportional dem Quadrat der Basisdicke ist und sich diese mit dem Legierungsprozess nicht dünner als etwa $5\text{ }\mu\text{m}$ ausbilden lässt, kann der legierte Transistor hohen Frequenzanforderungen nicht genügen. Die moderne Diffusionstechnik erlaubt indessen die Herstellung wesentlich dünnerer Basisdicken bis hinab zu $0,5\text{ }\mu\text{m}$; zusätzlich ermöglicht sie eine in Richtung Emitter-Kollektor fallende Basisdotierung. Der Dotierungsgradient erzeugt in der Basis ein zusätzliches Driftfeld, das die Basislaufzeit um den Faktor $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{8}$ verkürzen kann. Es ist möglich, mit einfacher Diffusion Drifttransistoren mit grosser Kollektor-Emitter-Spannung (U_{CE0}) zu bauen. Der Leistungs-Drifttransistor eignet sich zum Beispiel gut als Schalter für Ablenkgeräte in Fernsehempfängern.

Das Hochfrequenzverhalten des Drifttransistors liesse sich weiterhin bei gleicher Bauweise durch Reduktion der Querschnitte von Emitter- und Kollektorsperrschicht verbessern; dies allerdings auf Kosten der Sperrspannung. Demzufolge schlug man in der Entwicklung einerseits durch Einführung neuer Bauformen, andererseits durch Verwirklichung günstigerer Störstellenprofile mit Hilfe von Doppel- und Dreifachdiffusion neue Wege ein.

Die Mesa-Bauform zeigt den grossen Vorteil, dass das Ausgangsmaterial nur von einer Seite her bearbeitet werden muss. Besondere photographische Verfahren, in Verbindung mit Metall-aufdampf- und Ätzverfahren, gestatten die Herstellung reproduzierbarer und kontrollierbarer Elektrodenabmessungen und -abstände. Die Mesa-Bauform eignet sich für einfache wie doppelte Diffusion.

Mit doppelter Diffusion lassen sich höhere U_{CE0} (bis 100 V) und höhere Grenzfrequenz erreichen als mit einfacher, jedoch führt erstere allgemein zu höherem Sättigungswiderstand.

Die neuesten Entwicklungen sind Dreifach-Diffusion und Doppeldiffusion-Epitaxialtechnik. Bei der Epitaxie setzt sich der Kollektor aus fast metallisch leitendem Träger mit einkristallin kohärent aufgewachsener Halbleiterschicht zusammen. Dreifachdiffusion und Doppeldiffusion-Epitaxie führen zu sehr hohen Grenzfrequenzen, grossem U_{CE0} und niedrigem Sättigungswiderstand; hinsichtlich Grenzfrequenz und Sättigungswiderstand zeigt sich aber die Doppeldiffusion-Epitaxie der Dreifach-Diffusion überlegen. In der Epitaxialtechnik werden das Mesa- und das neue Planarverfahren angewendet. Hinsichtlich chemischer Stabilität, Aufwand an Fremdmaterialien und einfacher Fertigung

erweist sich das Planarverfahren vorteilhafter als die Mesa-Bauform, zudem eignet es sich besser für Silizium.

Höchste Grenzfrequenzen erreicht man mit Germanium; Silizium indessen zeigt bessere thermische Eigenschaften. Dass sich jedoch heute mit Silizium angenähert so hohe Grenzfrequenzen erreichen lassen, soll anhand zweier moderner Hochfrequenztransistoren gezeigt werden:

TA 2118; Ausführung in Ge $f_t \approx 1,2\text{ GHz}$

TA 2231; Ausführung in Si $f_t \approx 0,8\text{ GHz}$

Dr. H. Hendriks, Eindhoven:

Trockenfolienkondensatoren mit Halbleitern

Ausgangsbasis dieser neuartigen Trockenfolienkondensatoren bildet der bekannte Elektrolytkondensator mit glatter oder geätzter Aluminiumfolie, der nun anstelle des Elektrolyten eine Halbleiterschicht auf Glasfasertuch erhält. Allfällige Verletzungen der empfindlichen Oxydschicht durch den trockenen zweiten Belag (Halbleiterschicht) werden durch einen der Imprägnierung folgenden Nachformierprozess mit Formierflüssigkeit behoben. Die Vor- und Nachteile, die diese Neuentwicklung gegenüber dem Elektrolytkondensator zeigt, sind durch die verschiedenen physikalischen und chemischen Eigenschaften von Halbleiter und Elektrolyt bedingt. Der verwendete Halbleiter zeigt gegenüber dem Elektrolyten die Vorteile:

- a) grössere Beweglichkeit der Ladungsträger,
 - b) geringerer Alterungsprozess,
- und den Nachteil:
- c) höheren spezifischen Widerstand.

Bei tiefen Frequenzen hat der Halbleiterkondensator gemäss c) grösseren, bei hohem gemäss a) kleineren Verlustwinkel als der Elektrolytkondensator. Laut Messresultaten tritt der Wechsel von schlechterem zu besserem kapazitivem Verhalten bei etwa 10 kHz ein. Im Falle falscher Polung neigt der Halbleiterkondensator weit weniger zu Vollaussfall. Die Verwendung billigen Aluminiums anstelle des teuren Tantals erweist sich von Nachteil, weil Tantaloxyd bessere dielektrische Eigenschaften und kleineren Reststrom als Aluminiumoxyd und die geätzte Tantaloberfläche gleichmässiger Poren zeigt (Poreneffekt). Demzufolge wäre eine Ausführung in Tantal derjenigen in Aluminium in folgenden drei Punkten überlegen:

- d) grösseres spezifisches Kapazität-Spannungs-Produkt ($U.C/\text{cm}^3$);
- e) kleinerer Kapazitätsabfall in Funktion der Frequenz;
- f) kleineres Reststromniveau.

Bezüglich Lebensdauer ist die Ausführung in Aluminium derjenigen in Tantal ebenbürtig.

Der Aluminium-Halbleiterkondensator wird heute bei *Philips* bereits hergestellt. Die jetzige Ausführung erträgt Betriebstemperaturen bis 85°C . Künftige Entwicklungen werden umfassen:

1. Erweiterung der U- und C-Reihe.
2. Erhöhung von $U.C/\text{cm}^3$.
3. Reduktion des Reststromniveaus.
4. Erweiterung der Betriebstemperatur bis 150°C .

Dies führt zu konstruktiven Änderungen; man wird die Aluminiumfolie durch einen Aluminium-Sinterkörper ersetzen.

Der neue Halbleiterkondensator lässt sich überall dort verwenden, wo der Elektrolytkondensator versagt oder zu kleine Zuverlässigkeit zeigt; er eignet sich ebenfalls gut als Koppelkondensator.

P. Boyer, Ing. dipl. phys., Freiburg:

Les aspects de la recherche dans une fabrique suisse de condensateurs

Entwicklungen im Kondensatorbau schliessen neben konstruktiven Fragen in sehr grossem Umfang Werkstoffprobleme ein. Diese bereiten kleinen und mittleren Betrieben, in Ermangelung grosser eigener Werkstoffproduktion und -entwicklungsmöglichkeiten, besondere Schwierigkeit, weil sie in hohem Masse von den Werkstoffproduzenten abhängig sind.

Den Entwicklungen im Kondensatorbau liegen folgende Ziele zugrunde:

- a) grössere spezifische Kapazität und grösseres U.C/cm³, kleinere Verlustwinkel, höhere Betriebstemperaturen und Verbesserung der Zuverlässigkeit;

- b) neue Bauformen in bezug auf Miniaturisierung.

Bei Trockenkondensatoren sind mithin bessere Dielektrika und Isolationsmittel erforderlich. Dadurch drängt sich eine Verbesserung der Papierqualitäten und der Imprägniermittel auf. Besonderer Weiterentwicklung bedürfen die Kunststofffilme, die bessere Dielektrizitätskonstante als Glimmer zeigen, jedoch in heutiger Ausführung nur maximale Betriebstemperaturen von rund 200° C ertragen. Die Verbesserung der Kunststofffilme wird heute stark gefördert.

Weiterhin werden neue Isolierhüllen entwickelt; ferner sind Untersuchungen der Güte von Aluminiumarmaturen und des Einflusses von Lötmitteln notwendig.

Bei den Elektrolytkondensatoren zeigen die Tantaltypen grösste Stabilität. Neueste Entwicklungen weisen anstelle der üblichen Folie gesinterte Tantalane auf.

Die neuen Montagetechniken mit immer grösserer Elementendichte zwingen zur Entwicklung neuer Bauformen. Diesbezüglich bereitet die Mikromodulechnik besondere Schwierigkeit.

D. Frank, Renaix (Belgien):

Noyaux magnétiques en ferrites et en métal bobiné

Die Kerne für magnetische logische Elemente der Firma *Sprague Electric Company* werden in zwei Formen ausgeführt:

- a) Ringkerne aus Ferriten;
b) Ringkerne aus einseitig isoliertem Eisenband.

Solche Kerne reagieren allgemein empfindlich auf mechanische und thermische Einflüsse. Die diesbezüglich hohen Stabilitäten, welche die Herstellerfirma garantiert, lassen sich wahrscheinlich durch zweckmässige Kapselung erreichen. Der Inhalt des umfangreichen Vortrages deckt sich im wesentlichen mit der Publikation im *Sprague Technical Paper No. 62-3 «Magnetic Circuitry and Applications»* by *Eduard C. Geissler*. Er betrifft das Impulsverhalten und die Verwendung des Kernes in logischen Schaltungen, wie Toren und Schieberegistern, ferner als Bauelement magnetischer Zähler. Der Referent zeigte ergänzend das Ersatzschaltbild

des Impulstransformators, Formeln zur Berechnung eines Schieberegisterelementes und diskutierte eine Prüfmethode für Kerne mit rechteckförmiger Hysteresis. Photographische Aufnahmen von digitalen Bausteinen zeigten, dass die Magnetkerne der *Sprague Electric Company* ebenfalls in Miniaturausführung erhältlich sind.

Dr. F. Lüdi, Baden:

Plasmaphysik

Der Referent bezweckte in seinem leichtfasslichen Vortrag, das Publikum über Sinn und Zweck der Plasmaphysik zu orientieren und die engen Beziehungen zwischen Plasmaphysik und Elektrotechnik zu unterstreichen.

Plasmen sind hochionisierte «quasineutrale» Gase. Ihre Temperaturen sind Funktionen der Energiezustände der Plasmapartner; die Plasmapartner sind neutrale und angeregte Atome, Elektronen und positive Ionen. Natürliche Plasmen sind Feuer, Ionosphäre, Van-Allenscher Strahlengürtel, Sonnenkorona (natürliche Kernfusion); künstliche Plasmen werden indessen bei Bogenentladungen, im Plasmabrenner (bis 20 000° K) und bei der künstlichen Kernfusion (bis 30 000 Mio ° K) gebildet. Ein Plasma besitzt die Eigenschaft, elektromagnetische Wellen auszustrahlen, zu absorbieren, zu beugen und zu reflektieren. Eine elektromagnetische Welle kann dann und nur dann in das Plasma eindringen, wenn ihre Frequenz grösser als die Plasmafrequenz ist. Jedes künstliche Plasma bedarf einer Führung, die im Falle kalter Plasmen mit materieller räumlicher Begrenzung, bei extrem heissen nur mit statischen Magnetfeldern in magnetischen Flaschen erfolgt.

Als Beziehungen zwischen Plasmaphysik und Elektrotechnik erwähnte Dr. Lüdi: Bogenentladungen zur Erzeugung von Licht und Wärme. Führung extrem heisser Plasmen in magnetischen Flaschen. Reflexion der Kurzwellen durch die Heavisideschicht. Studium der Plasmen im Weltraum mit Hilfe der Radioastronomie. Von dieser gingen viele Anregungen für die moderne Elektrotechnik aus. Es betrifft dies die Entwicklung hochempfindlicher elektronischer Messgeräte und die Förderung der Millimeterwellentechnik.

H. J. Gloor, dipl. Ing. ETH,

c/o Institut für Automatik und industrielle Elektronik an der ETH, Zürich

Literatur - Bibliographie - Recensionen

Megla G. **Dezimeterwellentechnik**. Stuttgart, Berliner Union, 1962. 833 S., zahlr. Abb. Preis Fr. 71.30.

Das vorliegende Buch behandelt das sehr aktuelle Gebiet der Dezimeterwellentechnik. In diesem Frequenzbereich von 300... 3000 MHz arbeiten zurzeit Fernsehender, Richtstrahlanlagen usw.; die neueste Anwendung ist der Relaisatellit Telstar zur Trägertelefonie- und Fernseh-Übertragung zwischen verschiedenen Kontinenten. Dies zeigt, dass die Dezimeterwellentechnik weitgehend industriell angewendet wird. Die Fertigung, Prüfung sowie der Betrieb dieser Anlagen brauchen vermehrt fachkundige Spezialisten. Prof. G. Megla verstand es meisterhaft, in seinem Buch all die neuen Theorien mathematisch exakt darzustellen. Im folgenden werden kurz die Hauptthemen genannt: Elektronische Bauelemente, wie Dioden, Magnetrons und TWA (Wanderfeldröhren-Verstärker) usw.; Energieleitung in Paralleldraht-, Koaxial- und Wendelleitung sowie Hohlleiter; Resonatoren und Antennen. Der Autor berücksichtigte in der neubearbeiteten Auflage auch Teilgebiete, wie Tunneldioden, Reaktanz- und Molekularverstärker. Im Kapitel Messgeräte und Messmethoden sind die meisten gebräuchlichen Messungen behandelt. Ein ausführliches Literaturverzeichnis ermöglicht, weitere Informationen über ein Teilgebiet zu beschaffen.

Zum Schluss sei erwähnt, dass sich der Verfasser trotz der exakten mathematischen Auslegung leicht verständlich an alle wendet. Auch der mathematisch wenig Geschulte findet hier die Erklärungen für viele Phänomene, die ihn täglich beschäftigen. Zudem lohnt es sich, einmal einen Zeitabschnitt dieses in rascher Entwicklung begriffenen Fachgebietes gesamthaft zu betrachten.

H. Emmenegger

Fournet G. **Physique électronique des solides à l'usage des ingénieurs**. Paris, Editeur Eyrolles, 1962. 332 p., 158 fig. et 19 tableaux. Prix Fr. 48.70.

Ein guter Unterricht bedingt vor allem stets eine ausreichende Darstellung der Grundlagen. So ist für das richtige Verständnis der immer wichtiger werdenden Halbleiter- und magnetischen Bauelemente eine Einführung in die Elektronentheorie der Festkörper erforderlich. G. Fournet ist Universitäts- und Hochschullehrer; er teilt im vorliegenden Band den Inhalt seiner Vorlesungen mit. Der Stoff ist in fünf Kapitel mit folgenden Überschriften eingeteilt: Quantenmechanik; Statistik von *Fermi-Dirac*; Elektronentheorie der Metalle; Halbleiter; Magnetismus. Es handelt sich also um jene Theorien, die nun schon eine Tradition von einigen Dezennien aufweisen und die erstaunliche und kaum mehr überblickbare Ausdehnung der Festkörperphysik und -technik in den letzten Jahren begründet haben. Die Darstellung folgt vielfach der historischen Entwicklung der Anschauungen, was erfahrungsgemäss das Verständnis erleichtert. Der Zusammenhang mit der Praxis des Ingenieurs ist eher lose, z. B. durch die Darstellung der ersten Grundlagen des pn-Übergangs und des legierten Transistors (diesen Themata ist rund ein Fünftel des Inhalts gewidmet). Es ist darum berechtigt, dass im Titel des Buches die Worte «à l'usage des ingénieurs» kleiner geschrieben sind. Entsprechend der französischen Tradition wird vor allem das mathematische Exposé gepflegt, im Gegensatz etwa zu einigen amerikanischen Büchern, die einem ähnlichen Publikum schwierigere Themata durch Analogien und dergleichen anschaulich zu machen versuchen. Damit soll nicht gesagt sein, dass der Band schwer zu lesen sei; wer gerne tiefer in die Theorie ein-