Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 55 (1964)

Heft: 2

Rubrik: Mitteilungen SEV

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

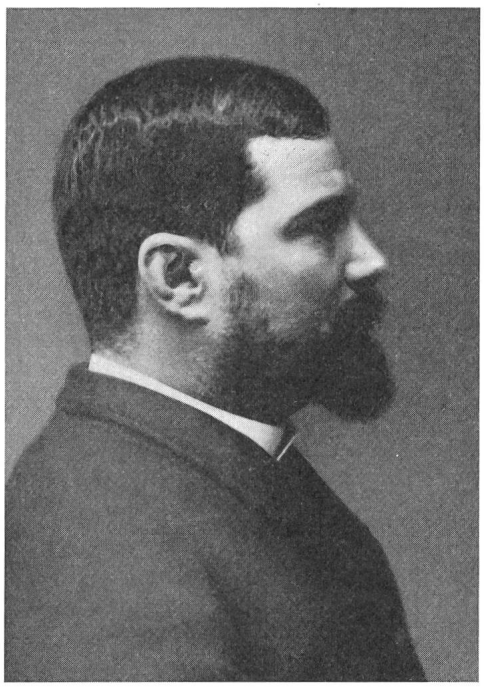
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.08.2025

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

LUCIEN GAULARD

1850 — 1888



Lucien Gaulard, in Paris am 16. Juli 1850 geboren und daselbst am 26. November 1888 gestorben, hat eigentlich nur in Frankreich und Italien die ihm gebührende Beachtung gefunden. Er war, wie die meisten Pioniere seiner Zeit, ein Praktiker. An der grossen Elektrizitätsausstellung 1881 in Paris zeigte er ein thermochemisches Element, das aber bald wieder in Vergessenheit geriet. Angeregt durch *Marcel Deprez* beschäftigte er sich mit dem Energietransport mit Wechselstrom. 1882 war er in London tätig. Dort galt es, für die Beleuchtung der Untergrundbahn eine Leistung von 30 kW auf eine Strecke von 25 km zu verteilen. Gaulard löste das Problem mit in Serie geschalteten Transformatoren. Dann meldete er sich auf ein internationales Preisausschreiben des Organisations-Komitees der Elektrizitätsausstellung 1884 in Turin über die Energieübertragung mit Wechselstrom auf grosse Distanzen. Es war an Hand einer praktischen Ausführung zu belegen, dass es möglich sei, elektrische Energie mit mässigen Verlusten über grössere Entfernungen zu übertragen.

Gaulard hatte mit riesigen Schwierigkeiten zu kämpfen, und es gelang ihm erst am letzten Ausstellungstag, dem 19. September 1884, die Anlage in Betrieb zu setzen. Ein von einer Dampfmaschine angetriebener 30-kW-Wechselstromgenerator von 2000 V Spannung und einer Frequenz von 133 Hz speiste über eine 80 km lange Schleifenleitung drei in Serie geschaltete Transformatoren mit offenem magnetischem Kreis. Diese «générateurs secondaires» («Sekundärgeneratoren») spiesen ihrerseits ebenfalls in Serieschaltung die Beleuchtungsanlagen der drei Bahnstationen in Turin, Venaria Reale und Lanzo. Die Ausstellungsjury, in der Prof. *Galileo Ferraris* mitwirkte, stellte einen Wirkungsgrad von 90 % fest. Gaulard hatte mit seiner Erfindung kein Glück. Bláthy, Déri und Zipernowsky, die bei Ganz & Co. in Budapest ebenfalls an diesem Problem arbeiteten, kamen auf die Parallelschaltung der Transformatoren. 1886 installierte Gaulard, unabhängig davon, in Tours ebenfalls eine Beleuchtungsanlage mit parallel geschalteten Transformatoren. Gaulards Patente wurden von Westinghouse gekauft, aber die harten Prozesse gegen Ganz & Co. griffen Gaulard so sehr an, dass er geistesgestört wurde.

Dem Andenken Gaulards zu Ehren trägt eine Strasse im 18. Arondissement von Paris seinen Namen, und in der Schalterhalle der Station Lanzo der Überlandbahn Torino—Lanzo—Ceres hängt seit 1890 eine Gedenktafel mit der Inschrift:

Qui l'anno M D C C C L X X X I V
L U C I A N O G A U L A R D di P A R I G I
VINSE PRIMO
CON CORRENTI ALTERNATE
LE DIFFICOLTA DELLA TRASMISSIONE A
GRANDE DISTANZA
Auspice
La Società Italiana di Elettricità in Milano
annuente
quella Ferroviaria Torino—Lanzo
Gli ammiratori

oder auf deutsch

Hier überwand im Jahre 1884
Lucien Gaulard aus Paris
als Erster die Schwierigkeiten der Übertragung
elektrischer Energie mit Wechselstrom
auf grosse Distanzen
Errichtet zur Erinnerung unter dem Schutz
der Società Italiana di Elettricità in Mailand
und der Eisenbahn Torino—Lanzo
Die Bewunderer

H. W.

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Optimale Beleuchtungsstärken für die Arbeit

628.976 : 331.043.5

[Nach *L. Schneider:* Optimale Beleuchtungsstärken für die Arbeit. Lichttechnik 15(1963)6 und 7, S. 317...322 und 363...368]

Seitdem die Beleuchtungstechnik mit technischen und wissenschaftlichen Methoden betrieben wird, werden die notwendigen Beleuchtungsstärken vorwiegend mit den Methoden der physiologischen Optik bestimmt. Sie hat einen Bewertungsmaßstab geschaffen, der auf der Leistungsfähigkeit des Auges beruht. Die physiologisch-optischen Untersuchungen gaben einen tiefen Einblick in die Einflussgrössen der Leistungsfähigkeit des Auges, wie visuelle Grösse der Sehobjekte, Grösse der Kontraste, Blendung, Leuchtdichteverteilung im Gesichtsfeld, zeitliche Gleichmässigkeit der Beleuchtung. Ihre Untersuchungsmethoden geben jedoch nur Schwellenwerte unter vereinfachten und störungsfreien Bedingungen, d. h. Ermüdung wird ausgeschaltet, Fremdreize irgendwelcher Art werden vermieden und die Umgebungsbedingungen werden konstant gehalten. Da sich aber das Leben überschwellig abspielt, können die physiologisch-optischen Methoden nur eine Reihe ebenfalls sehr wichtiger Faktoren für die Güte der Beleuchtung bestimmen, nicht aber einen der wichtigsten, die optimalen Beleuchtungsstärken für die Arbeit. Nach Schneider ist «die optimale Beleuchtungsstärke für die Arbeit derjenige Bereich der Beleuchtungsstärken, bei dem unter Berücksichtigung

Tabelle I

Testarbeit	Art der Arbeit	Detailgrösse in Winkelminuten	Kontrast	Darbietungszeit s	Arbeitsdauer h	Leistungsmaximum bei ... lx	Minimum der Ermüdung bei ... lx	Steigerung der Beleuchtung von ... lx auf ... lx		Leistungssteigerung %
Zahlensuchen	mittelfein	19,6/2,5 13,1/1,6	1 : 50 1 : 14	beliebig	0,167-0,5	1000 subjektiv	keine	100 100	1000 10000	5 6
	fein	13,1/1,6	1 : 2,7			2000 subjektiv		100 100	1000 10000	11 18
Perlen aufziehen	mittelfein	13...15	gross	beliebig	6	>2000	1000	100	1000	5,5
Buchstabenerkennen	fein	10	1 : 20	0,56	2	1000	1000	100	1000	9
Weben	fein		Fäden hell	beliebig	3 × 3,3	>2000		150 150	1500 2080	11,4 12,4
	sehr fein		Fäden dunkel			>2000		150 150	1500 2300	14,2 15,3
Sortieren und Zählen erhabener Details	ausser-gewöhnlich fein	1...3	Wände hell	beliebig	1,5	1350... 1500...	1300... 2000	150	1500	43
			Wände dunkel			2000... 2300	2000... 2700	150 150	1500 2300	41,5 46,6
Lederstanzerei	fein		klein	beliebig	8			350	1000	7,6
Kameramontage	fein	klein		beliebig	8			370	1000	7,4

aller Anforderungen an die Güte der Beleuchtung der menschliche Organismus in einem gegebenen Zeitabschnitt der Arbeit die grösste Leistung bei geringster Ermüdung aufweist».

Um die optimalen Beleuchtungsstärken zu finden, sind Untersuchungen notwendig, die den tatsächlichen, komplizierten Vorgängen gerecht werden. Die Untersuchungen müssen nach den Methoden der Arbeitsphysiologie durchgeführt und betrachtet werden.

«Die Arbeitsphysiologie ist die physiologische Wertung aller bei gewerblicher Arbeit in Tätigkeit tretenden Körperfunktionen, einschliesslich der bei geistiger Arbeit ablaufenden Funktionen des Grosshirns.»

Im wesentlichen sind zwei Vorgänge zu betrachten; die Ermüdung und die Erholung. Bei der Ermüdung werden drei Arten nach ihrer Beanspruchung des Organismus unterschieden:

1. Körperliche Beanspruchung durch Muskelarbeit;
2. Geistige Beanspruchung durch Aufmerksamkeit und Denkprozesse;
3. Seelisch-nervöse Beanspruchung durch Belastungen, die sich aus dem Arbeitsvorgang selbst ergeben oder aus den seelischen oder materiellen Bedingungen, unter denen er sich abspielt.

Die Beanspruchung und Ermüdung durch körperliche Arbeit ist unterschiedlich, je nachdem die Arbeit bewusst oder unbewusst gemacht wird. Bewusst muss die Arbeit ausgeführt werden, wenn jede Arbeitsbewegung unter Kontrolle eines oder mehrerer Sinnesorgane steht. Unbewusst ist der Arbeitsvorgang dann, wenn jede Arbeitsbewegung dem vorhergehenden genau entspricht, so dass eine Kontrolle durch irgendein Sinnesorgan nicht mehr notwendig ist. Es ist dies eine unwillkürlich automatisierte Leistung. Die Arbeitsbewegungen werden hiebei durch untergeordnete Teile des zentralen Nervensystems, den nervösen Koordinationsmechanismen gesteuert. Eine Ermüdung dieser Koordinationsmechanismen hat einen ungleichmässigen Ablauf zur Folge. Hiedurch wird der Arbeitsablauf gestört, und wenn diese Störungen wahrgenommen werden, wird auf bewusste Bewegungsausführung umgeschaltet. Die untergeordneten Koordinationsmechanismen werden durch kompliziertere ersetzt, die leichter ermüden. Es kommt zu einer Allgemeinermüdung, die bewusst als solche empfunden wird. Eine Kompensation ist eine bestimmte Zeit und mit abnehmendem Erfolg durch den Einsatz grösserer Willensenergie möglich. Die Allgemeinermüdung beeinflusst nicht nur die Leistungsbereitschaft negativ, sondern wird auch auf das vegetative Nervensystem übertragen, wo durch eine Zustandsänderung dieses Systems alle vegetativ gesteuerten Funktionen des Körpers beeinflusst werden. So kann sich die Allgemeinermüdung auch auf Organe erstrecken, die an der Leistung, die zur Ermüdung geführt hat, gar nicht beteiligt waren.

Die Erholung ist durch einen Abbau der Ermüdungsstoffe gekennzeichnet. Dieser Abbau folgt einer Exponentialkurve, so dass der erste Teil einer Erholungspause wertvoller ist als jeder der nachfolgenden Teile.

Jeder Mensch hat eine bestimmte maximale Leistungsfähigkeit, die aber nicht voll eingesetzt werden kann, da ein Teil davon, dem Willen unzugänglich, als Notreserve dient, die nur bei akuter Lebensgefahr eingesetzt werden kann. Die unter gewerblichen Bedingungen erreichbare Arbeitsleistung hängt von den Leistungsvorbedingungen und der Leistungsbereitschaft ab. Die Leistungsbereitschaft wiederum hängt ab vom Leistungswillen und von der Leistungsdisposition, die sich gegenseitig ebenfalls beeinflussen (Fig. 1). Die Schwankungen der Leistungsdisposition werden weitgehend durch Veränderung der Schaltung des vegetativen Nervensystems verursacht. Die ergotrope Schaltung des vegetativen Nervensystems ist der Zustand der Wachheit, der geistigen und körperlichen Leistungsbereitschaft. Die entgegengesetzte histotrope Schaltung ist auf Ruhe und Erholung hingerichtet.

Viele Einzelfunktionen des Organismus haben einen 24-Stunden-Rhythmus, der mit dem Tag-Nacht-Rhythmus zusammenhängt. Die herrschende Helligkeit hat einen direkten Einfluss auf das vegetative Nervensystem, ausgehend von den vegetativen Ganglienzellen der Netzhaut über vegetative Nervenfasern zum Zwischenhirn-Hypophysensystem, der zentralen Schaltstelle des vegetativen Nervensystems.

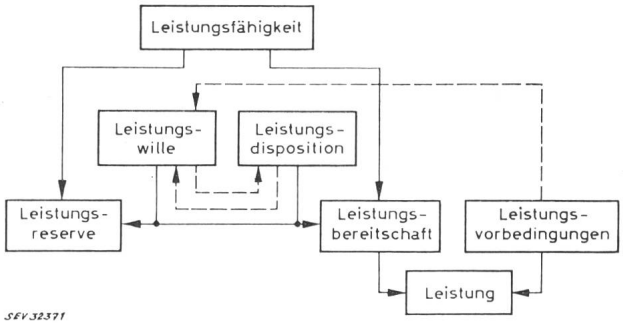


Fig. 1
Leistungsfähigkeit und Leistung

Ungenügende Beleuchtung lässt die Augenmuskeln vorzeitig ermüden. Hiedurch ist eine grosse Aufmerksamkeitsleistung notwendig, die schnell zu einer Gehirn-, also Allgemeinermüdung führt. Die Leistungsdisposition steigt mit der Beleuchtungsstärke an. Ebenso wird der Leistungswille hiedurch gefördert. Körperliche und seelische Einflüsse der Leistungsbereitschaft sind vom Licht mitabhängig.

In Tabelle I sind die Aufgaben und Ergebnisse von neuen Untersuchungen nach der Schwere der Sehaufgabe geordnet dargestellt. Die Steigerung der Beleuchtungsstärke um einen bestimmten Faktor ergibt eine unterschiedliche Steigerung der Leistung, je nach Schwere der Sehaufgabe. Eine Erhöhung der Beleuchtungsstärke auf das 10fache ergibt bei

mittelfeinen Arbeiten eine Leistungssteigerung von .	5... 6 %
feinen Arbeiten eine Leistungssteigerung von . . .	9...12,5 %
sehr feinen Arbeiten eine Leistungssteigerung von .	15,5 %
äusserst feinen Arbeiten eine Leistungssteigerung von	40...50 %

Ausserdem ist zu sehen, dass langandauernde Betriebsversuche die 1,5- bis 2fache Leistungssteigerung bei gleicher Schwere der Sehaufgabe ergeben als kurzfristige. Die besseren Ergebnisse der langandauernden Betriebsversuche sind auf die besseren Leistungsvorbedingungen und den besseren Leistungswillen, bedingt durch bessere seelische Disposition, durch gegenseitige günstige Einwirkung, zurückzuführen. *W. Riemenschneider*

Plasmadiode zur thermoionischen Energieumwandlung

621.362 : 537.58

[Nach: *J. E. Picquendar* u. a., Diode à plasma permettant la conversion thermoïonique. Rev. Techn. Thomson-Houston, —(1963)38, S. 71...84]

Bei der thermoionischen Energieumwandlung werden Elektronen durch Wärmezufuhr aus einem Metall ausgetrieben und von einem anderen Metall aufgenommen; wenn die Austrittsenergie des ersten Metalles grösser ist als diejenige des zweiten, so entsteht eine Potentialdifferenz zwischen den beiden Metallen, welche einen den transportierten Ladungen entsprechenden Strom zu erzeugen gestattet. Im Vakuum entsteht dabei zwischen den beiden metallischen Elektroden eine negative Raumladung, welche die erforderliche Austrittsenergie stark vergrössert und dadurch den Wirkungsgrad bedeutend herabsetzt. Diese Raumladung kann unwirksam gemacht werden, wenn man die Elektroden nicht ins Vakuum, sondern in einen mit Gas gefüllten Raum bringt. Dann kompensieren nämlich die von den Elektronen im Gas erzeugten Ionen die Raumladung und erhöhen durch ihre entgegengesetzte Bewegung den thermoionischen Strom wesentlich. Der Verlauf des Potentiales nimmt dabei die in Fig. 1 gezeigte Form an. Die Art der Gasfüllung ist im Prinzip unwesentlich, es ist jedoch vorteilhaft ein Gas mit niedrigem Ionisationspotential zu verwenden. Das Cäsium bietet eine Anzahl Vorteile wegen seines niedrigen Ionisationspotentials von 1,8 V in gasförmigem und wegen seines geringen Austrittspotentials von 3,9 V in festem Zustand. Für die Ionisation des Gases können an sich verschiedene Möglichkeiten in Frage kommen, wie hochfrequentes elektrisches Feld oder eine Hilfselektrode, aber wegen unerwünschter Sekundäreffekte wird nur die direkte Erzeugung durch Kontakt benützt. Die Untersuchungen von *Langmuir* an Wolfram und Cäsium ergaben, dass die Anzahl der pro Sekunde und Quadratzentimeter emittierten positiven Ionen eine Funktion der absoluten Temperatur des Gases ist und der Temperatur der Wolframelektrode (Fig. 2).

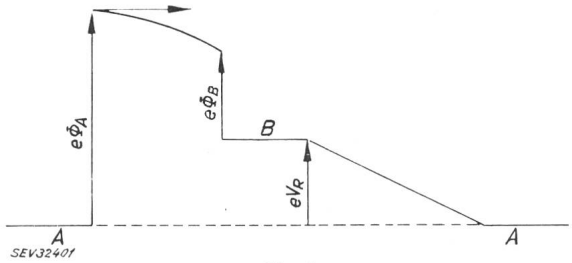


Fig. 1
Potentialverlauf in gasgefüllter Diode
A Emitter; *B* Kollektor; $e\Phi_A$ Austrittspotential am Emitter; $e\Phi_B$ Austrittspotential am Kollektor; eV_R Potential an der äusseren Belastung

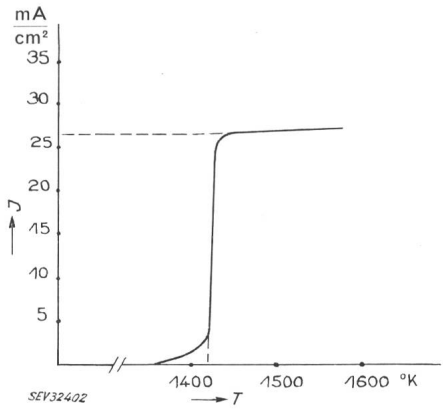


Fig. 2
Strom in Funktion der Emittertemperatur
Spannung zwischen den Elektroden 200 V; Temperatur des Cäsium (C_s) 373 °K; *J* Stromdichte; *T* Temperatur

Die Versuchung liegt nahe, zur Ionisierung auch radioaktive Quellen zu benützen, der Wirkungsgrad ist meist jedoch klein und nur im Innern von Atomreaktoren mit ihrem grossen Neutronenfluss kann gegebenenfalls eine nützliche Anwendung erwartet werden.

Die thermoionischen Effekte lassen sich am reinsten und ohne Störung durch Sekundäreffekte an einer Diode studieren, welche nur die absolut notwendigen Organe enthält, nämlich eine Emitter- und eine Kollektorelektrode. Für die Heizung wird eine berührungsloses optisches System verwendet, in dessen Brennpunkt sich der Emitter befindet. Bei Bestrahlung mit Sonnenlicht können dabei Temperaturen von mehreren Hundert Grad erreicht werden. Der Kollektor befindet sich in 1 mm Abstand. Bei den relativ niedrigen Temperaturen von 1100 °C am Emitter und 100 °C im Gas konnte in einer solchen Anordnung bei einer zugeführten Wärmeleistung von 60 W ein Strom von 1,2 A bei 0,5 V erzielt werden. Der geringe Wirkungsgrad von nur 1 % kann sicher durch höhere Temperaturen und verbesserte Wärmezufuhr gesteigert werden.

Dies Beispiel zeigt, dass die praktische Anwendung der thermoionischen Energieumwandlung sicher nicht bei der Erzeugung von grossen Strömen liegen wird, aber es ist zu erwarten, dass sie in der Kernforschung und der Raumschiffahrt nutzbar gemacht werden kann. Ausserdem bietet sich die Möglichkeit ein permanentes Plasma zu erzeugen, welches sich ohne elektrische Entladung und ohne magnetisches Feld aufrecht erhält. Die Forschung an ionisierten Gasen wird damit von den Gasentladungen unabhängig. *A. Baumgartner*

Uranvorkommen in der Schweiz

553.495 (494)

[Nach *Th. Hügi:* Uranvorkommen in der Schweiz. Atomwirtschaft 8/1963/10, S. 524...529]

Obwohl die Untersuchungen und Probeschürfungen nach seltenen Elementen in der Schweiz noch nicht abgeschlossen sind, ist ein Zwischenbericht über die bisherigen Ergebnisse sicher interessant.

Die Geologen des 1957 gegründeten «Arbeitsausschusses für Atombrennstoffe» benützten zu ihren Messungen in erster Linie die zahlreichen Stollenbauten der Kraftwerke und konnten schon auf diese Weise zu ausgezeichneten geologischen Erkenntnissen gelangen. Die etwa 400 km langen radiometrisch vermessenen Stollen ergaben 1957 bereits als erstes Ergebnis, dass im Raume von Isérables eine wichtige Uranvererzung vorhanden sein muss.

Als Resultat der späteren Prospektionen wurde eine Karte der schweizerischen Uranvorkommen erstellt (Fig. 1). Daraus ist ersichtlich, dass auf schweizerischem Boden bis heute bereits an 35 Stellen Uranvorkommen festgestellt werden konnten. Wie weit nun die alpinen Uranvorkommen schürfwürdig sind, kann zur Zeit noch nicht mit Bestimmtheit gesagt werden. Fest steht, dass einige der Vorkommen bestimmt abbauwürdig sind. Das Ausmass der Lager kann aber erst nach weiteren Untersuchungen bestimmt werden.

32'544

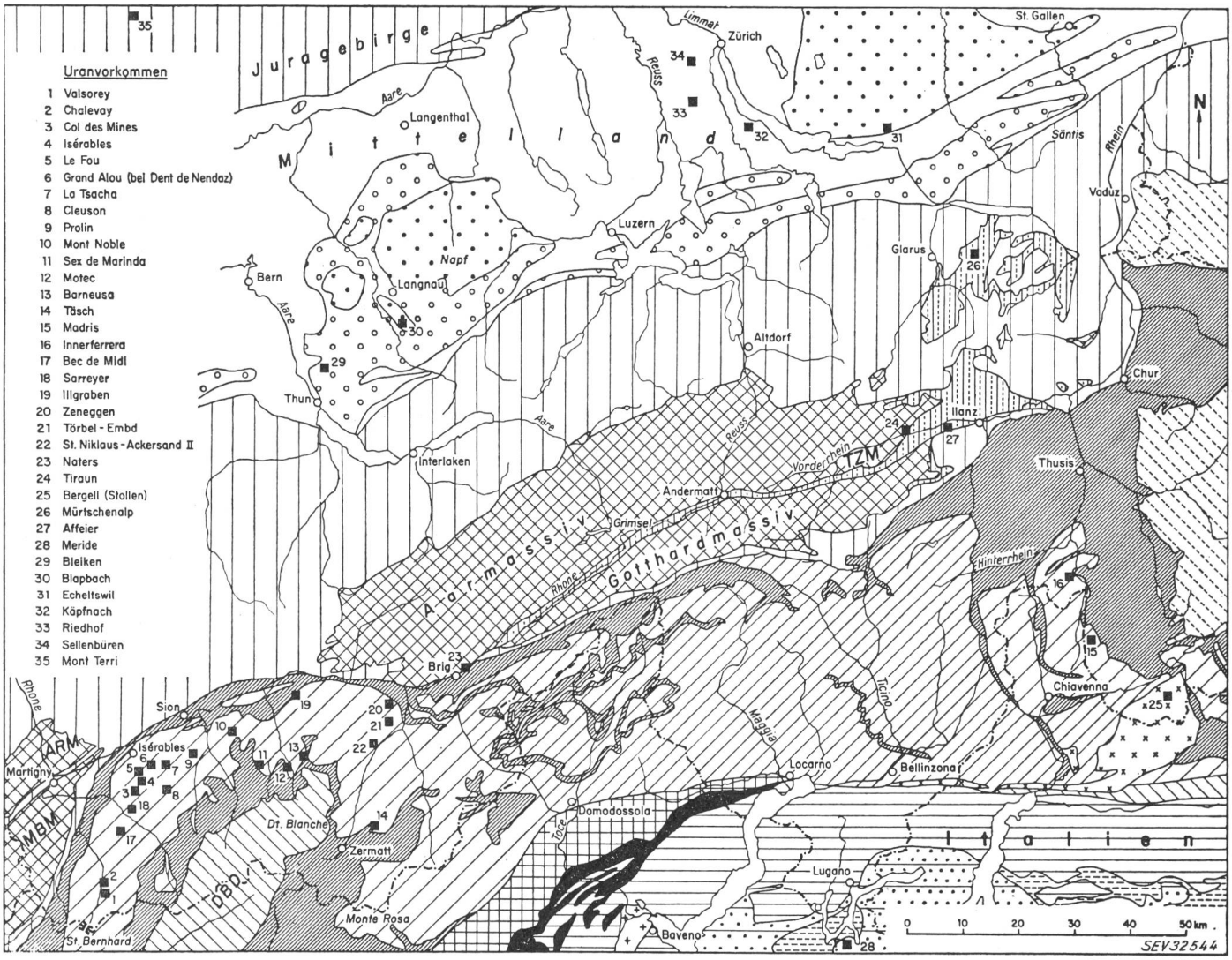


Fig. 1
Karte der schweizerischen Uranvorkommen

Ein Abbau ist heute, bei dem allzugrossen Angebot nicht zweckmässig. Die Zeit bis zu einer günstigeren Wirtschaftslage aber soll mit einer Inventarisierung genützt werden, um nötigenfalls mit der Ausbeutung am richtigen Ort beginnen zu können.

Schi.

Kurznachrichten über die Atomenergie

621.039

Nach Berichten aus den USA bieten die jüngsten Entwicklungen bei Graphitbrennstoffen für hohe Temperaturen (d. s. Uran- und Thoriumkarbide als Dispersion in einer Graphitmatrix, wobei der Graphit auch als Moderator dient) die Aussicht, dass an der Oberfläche des Brennstoffes Temperaturen von etwa 982 °C möglich sein werden, wodurch beim Wärmeaustausch Dampf mit 538...593 °C erzeugt werden kann, was wieder einen Nettowirkungsgrad der Anlage von über 40 % ermöglichen würde.

Obwohl Strahlenunfälle von einem Ausmass, das Auslandshilfe erfordern würde, unwahrscheinlich sind, wird seit einigen Jahren nach dem besten Wege geforscht, Verzögerungen, insbesondere solche juristischer und formeller Art, auszuschalten, falls eine solche Hilfe dringend benötigt wird.

Ein Abkommen, das eine gegenseitige Notstandshilfe bei etwa auftretenden Strahlenunfällen erleichtern soll, wurde am Amtssitz der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) zwischen den vier skandinavischen Staaten (Dänemark, Finnland, Norwegen und Schweden) und der Organisation unterzeichnet.

Das Abkommen umfasst u. a. finanzielle Bestimmungen, Haftungsfragen, eine Liste der Behörden, die Hilfe anfordern und erhalten können, die Verwendung der bei Hilfeleistungen erlangten Informationen und die besonderen Funktionen der IAEO.

Es ist bekannt, dass man zwar für den Verbrauch in der Industrie und im Haushalt mit Hilfe von Reaktoren Süsswasser aus Meerwasser erzeugen kann; bei den heutigen Verfahren besteht jedoch selbst bei Produktion grosser Mengen in absehbarer Zeit keine Aussicht, dass es gelingen wird, Wasser für Bewässerungszwecke zu einem wirtschaftlichen Preis zu erzeugen. In Trockengebieten in den Entwicklungsländern dürfte es durch Errichtung von Zweizweckanlagen für elektrische Energie und Wassererzeugung voraussichtlich möglich sein, Elektrizität billiger zu erzeugen als gegenwärtig mit Dieselgeneratoren. Mit den eingesparten Beträgen könnten dann alle Regierungen das erzeugte Wasser subventionieren, und da auch die Erzeugung des Wassers billiger kommen wird, kann mit derselben Subvention mehr Wasser verteilt werden.

In einem Symposium, das kürzlich in Wien abgehalten wurde, kam man zur Erkenntnis, dass Geologen, die nach unedlen Metallen schürfen, durch Isotopeneffekte zu besseren Ergebnissen gelangen können. Manche Lager wirtschaftlich bedeutender Mineralien sind durch einen von zwei grundverschiedenen geologischen Vorgängen entstanden. Kennt man diese Vorgänge, so ist es leichter auf die Menge der Ablagerung zu schliessen. Ein wichtiges Beispiel dafür ist Schwefel, das noch vor der Ablagerung mit den Metallen oft Sulfide bildete. Unterschiede im An-

teil der verschiedenen Schwefelisotope an der Gesamtmenge, können einen guten Hinweis darauf geben, wie seinerzeit der Schwefel entstanden ist. Diese Anteile sind durch Isotopeneffekte zu bestimmen. *Schi.*

Probleme der Isolierung und der Kurzschlussfestigkeit der Tertiärwicklung von Auto- oder von Kupplungstransformatoren

621.314.21.048

[Nach *M. Y. Tournier:* Problèmes d'isolement et de résistance aux court-circuits des enroulements tertiaires des autotransformateurs ou transformateurs d'interconnexion. Bull. Soc. Franç. 8e Série, Tome IV, (1963), Nr. 44, S. 434...444]

Die Wahl der Schaltung eines Autotransformators sehr hoher Spannung mit Regulierung unter Last, hängt von einer grossen Anzahl von Parametern, wie Regulierbereich, Änderung der Kurzschlußspannung, Masse usw. ab.

Die Tertiärwicklung eines Autotransformators nimmt bei einer Spannungsprüfung an der Höchstspannungswicklung ein Potential an, welches durch die betreffende Prüfspannung und das Verhältnis seiner Kapazität gegen den Kern gegenüber derjenigen der Regulierwicklung gegeben ist. Allerdings sind die beiden Enden der Wicklung bei einem solchen Versuch geerdet, so dass das Potential nur in der Spulenmitte ansteigen kann und somit gegen die beiden Enden fällt.

Die Erfahrung zeigte, dass bei einem Spannungsversuch mit voller Welle, die höchste beobachtete Spannung mit demjenigen Betrag übereinstimmt, welcher sich bei der kapazitiven Verteilung der Spannung ergibt. Bei einem Versuch mit abgeschnittenem Stoss kommt noch die Eigenfrequenz der Schwingung hinzu, wobei aber der Augenblick, an welchem die Stosswelle abgeschnitten wird, wesentlich ist.

Durch die Anwendung von elektrostatischen Schildern kann die Spannungsübertragung von der Primär- auf die Tertiärwicklung reduziert werden. Gestützt auf zahlreiche oszillographische Aufnahmen, zeigt die Erfahrung, dass es für Tertiärwicklungen praktisch immer genügt, die Isolation für eine Prüf-Stoßspannung von 170 kV zu bemessen. Mit dieser Prüf-Stossspannung werden Transformatoren mit einer Nennspannung von 35 kV geprüft.

Die Nennleistung der Tertiärwicklung eines Autotransformators ist oft im Verhältnis zu derjenigen der primären oder sekundären Wicklung relativ schwach. Daher kommt es, dass bei einem Kurzschluss an den Tertiärklemmen, der Kurzschlußstrom 17mal den Nennstrom der Tertiärwicklung erreichen kann, während in einem Zweiwicklungstransformator gleicher Leistung der Kurzschlußstrom nicht einmal das 8fache des Nennstromes überschreiten würde.

Im Falle, dass an der Tertiärwicklung nur statische Organe angeschlossen sind, hat die EdF im allgemeinen folgende Massnahmen angewendet, um Kurzschlüsse zwischen den Phasen zu vermeiden:

1. Einbau von metallischen Zwischenwänden zwischen den Phasen;
2. Einführung der Schutzfunkenstrecken;
3. Möglichst rasche Abschaltung des Transformators bei einem Erdschluss an seiner Tertiärklemme.

Weitere Massnahmen zum Schutz gegen Kurzschlußströme sind die folgenden:

4. Einbau von Reaktanzen ausserhalb der Tertiärwicklung;
5. Einbau von Reaktanzen innerhalb der Tertiärwicklung.

Im Falle von Kurzschlüssen an der Primärwicklung muss die Tertiärwicklung einen Ausgleich schaffen, wobei der Strom in seiner Wicklung etwa 10mal den Nennstrom erreichen kann. Gemäss den Auskünften der EdF sind solche Störungen relativ häufig, namentlich in Netzen ohne Überspannungsableiter oder ohne Erdleiter. In Frankreich nimmt man an, dass die mittlere Anzahl der Erdkurzschlüsse pro Kilometer und pro Jahr die Zahl 6 erreicht. [1] *Ch. Jean-Richard*

[1]) *Bemerkung des Referenten:* Diese Angabe scheint einen Fehler zu enthalten. Wahrscheinlich sind nicht 6 Fehler pro Kilometer, sondern 6 Fehler pro 100 Kilometer gemeint.

Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

Wärmeableitung bei Transistoren

621.382.3 : 53.084.866

[Nach *Siemens Techn. Mitt.:* Wärmeableitung bei Transistoren. Bestell-Nr. 1-6300-071]

Die Betriebstemperatur eines Transistors ist begrenzt. Vor allem darf die Temperatur der Sperrschicht eines Transistors den in den Datenblättern der Halbleiter angegebenen Maximalwert nicht überschreiten.

Die Lebensdauer eines Transistors kann verlängert werden, wenn man ihn bei einer Temperatur betreibt, die unterhalb der maximal zulässigen Sperrschichttemperatur liegt, denn die Ströme eines Transistors steigen mit der Temperatur an. Mit steigendem Strom kann aber auch die dem Transistor zugeführte Leistung zunehmen. Es kann sich dabei ein Zustand einstellen, bei dem die wachsende Leistung den Transistor noch weiter erwärmt. Durch die Temperaturzunahme werden die Ströme im Transistor wieder grösser, und schliesslich erhöht sich die Temperatur des Transistors lawinenartig, was zu seiner Zerstörung führen kann. Eine gute Ableitung der im Transistor erzeugten Wärme ist deshalb wichtig.

Die Wärmeableitung eines Transistors und die Widerstände, die ihr entgegenwirken, lassen sich in Form eines Schemas (Fig. 1) darstellen. Es handelt sich um einen Leistungstransistor, der mit einer isolierenden Glimmerscheibe auf einem Kühlblech montiert ist. Der gesamte Wärmewiderstand des Transistors von der Sperrschicht bis zu seiner Umgebung ist R_{thL}. Dieser Widerstand setzt sich aus einigen Teilwiderständen zusammen. Der Widerstand R_{thG} ist für das Temperaturgefälle zwischen der Sperrschicht und dem Gehäuse des Transistors massgebend. R_{thC} ist der Wärmewiderstand zwischen Gehäuse und Umgebung. Er setzt sich aus den beiden Teilwiderständen R_{thI}, Wärmewiderstand der Isolierscheibe, und R_{thK}, Wärmewiderstand des Kühlbleches, zusammen. Um den gesamten Wärmewiderstand des montierten Transistors zu erhalten, addiert man einfach die einzelnen Teilwärmewiderstände.

32'520-522

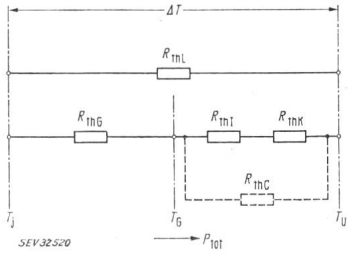


Fig. 1

Wärmewiderstand zwischen Sperrschicht und umgebender Luft

Der gesamte Wärmewiderstand R_{thL} setzt sich aus den Teilwiderständen R_{thG}, Wärmewiderstand zwischen Sperrschicht und Gehäuse, R_{thI}, Wärmewiderstand der Isolation, und R_{thK}, Wärmewiderstand des Kühlbleches, zusammen. Die Summe von R_{thI} und R_{thK} gibt R_{thC}, den Wärmewiderstand zwischen Transistorgehäuse und Umgebung. T_j ist die Temperatur der Sperrschicht, T_U die Temperatur der Umgebung

Fig. 2 zeigt den Zusammenhang zwischen der dem Transistor zugeführten Leistung P_{tot}, dem Temperaturgefälle $\Delta T = (T_j - T_U)$ und dem Wärmewiderstand R_{thL}. Bei einer Temperaturdifferenz zwischen Sperrschicht und Umgebung von 20 °C und einer zugeführten Leistung von 100 mW ergibt sich ein Wärmewiderstand von 200 °C/W; wenn die zugeführte Leistung

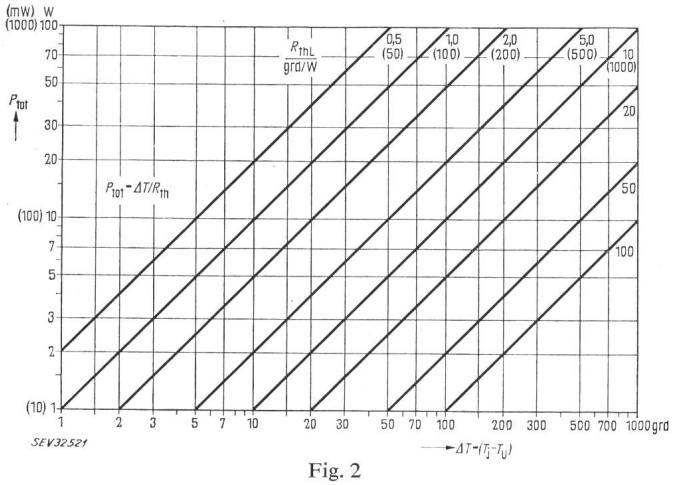


Fig. 2

Wärmewiderstandsdiagramm eines Transistors

Es gibt die Verlustleistung P_{tot} an, die dem Transistor bei gegebenem Temperaturgefälle ΔT und gegebenem Wärmewiderstand R_{thL} zugeführt werden kann

500 mW und der Wärmewiderstand 100 °C/W sind, stellt sich ein Temperaturgefälle von 50 °C ein; wenn wir dem Transistor 15 W zuführen und die Temperaturdifferenz zwischen Sperrschicht und Umgebung 75 °C sein darf, muss eine Anordnung mit einem Wärmewiderstand von 5 °C/W gewählt werden.

Aus Fig. 1 ist ersichtlich, dass der Wärmewiderstand der Kühlvorrichtung den Gesamtwärmewiderstand beeinflusst. Einen Transistor mit einem Wärmewiderstand von 0,5 °C/W kann man nur schlecht ausnützen, wenn der Wärmewiderstand der Kühlvorrichtung 50 °C/W beträgt. Zur guten Ableitung der Wärme des Transistors montiert man ihn auf ein Kühlblech mit einer möglichst grossen Oberfläche. Noch bessere Kühlwirkung erreicht man, wenn man am Kühlblech einen Luftstrom vorbeistreichen lässt, den ein kleiner Ventilator erzeugt. In Fig. 3 ist angegeben, wie der Wärmewiderstand eines Kühlbleches mit zunehmender Kühlfläche A abnimmt, wobei die Luft in der Umgebung des Kühlbleches entweder ruht (I) oder mit einer Geschwindigkeit von 1,5 m/s vorbeistreicht (II). A gibt die einseitige Fläche des Kühlbleches in cm² an. Bei einem Kühlblech mit den Abmessungen 10×10 cm ist A = 100 cm². Das Kühlblech besteht aus Aluminium und hat eine Dicke von 1...2 mm. Wenn das Kühlblech einen Wärmewiderstand von 2 °C/W haben soll, so muss es in ruhender Luft eine Fläche von 600 cm² und im Luftstrom eine Fläche von 100 cm² haben. Ein Kühlblech mit einer Fläche von 100 cm² hat in ruhender Luft einen Wärmewiderstand von 8 °C/W.

H. Gibas

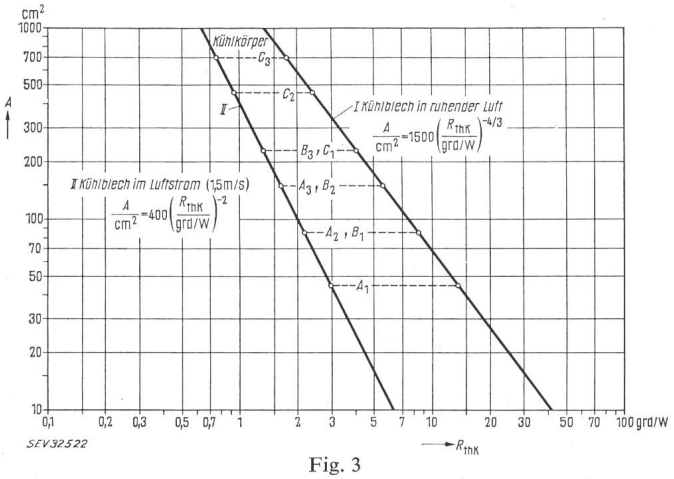


Fig. 3

Kühlblechdiagramm

zur Bestimmung des Wärmewiderstandes R_{thK} eines Kühlbleches mit gegebener Fläche A bei Kühlung in ruhender Luft (I) und im Luftstrom mit einer Geschwindigkeit von 1,5 m/s (II)

Zuverlässigkeit von Halbleiter-Bauteilen

621.382.2/3 : 311.214

[Nach *Heinz Koschel* und *Anton Jäger:* Probleme der Zuverlässigkeit von Halbleiter-Bauteilen. Siemens Techn. Mitt. Nr. 1—6300—064]

Die Entwicklung elektronischer Geräte und elektronischer Grossanlagen ist in den letzten Jahren gekennzeichnet durch den wachsenden Umfang der Geräte und durch die stets zunehmende Verwendung von Halbleiter-Bauteilen. Während im Jahre 1940 in eine grosse elektronische Anlage etwa 2000 Bauteile eingebaut waren, ist diese Zahl im Jahre 1960 auf rund 200 000 gestiegen. Je mehr Bauteile in einem Gerät installiert sind, um so mehr hängt die störungsfreie Betriebsdauer eines Gerätes von der Zuverlässigkeit der einzelnen Bauelemente ab. Nun sind die Halbleiter-Bauteile die jüngsten und ihr Aufbau, ihre Technologie und Fabrikation sind kompliziert. Die Hersteller von Halbleiter-Bauteilen unternehmen deshalb grosse Anstrengungen, um die Zuverlässigkeit ihrer Produkte zu erhöhen.

32'406-408

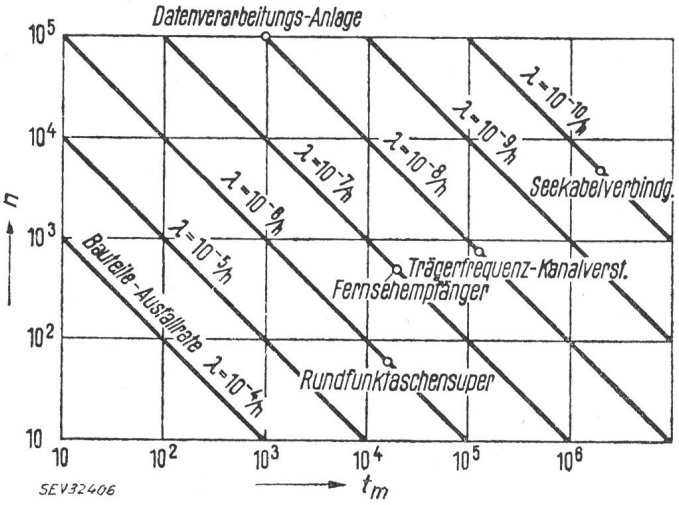


Fig. 1

Die mittlere fehlerfreie Betriebsdauer verschiedener elektronischer Geräte

Je mehr Bauteile in einem Gerät montiert sind und je grösser die fehlerfreie Betriebsdauer eines Gerätes sein soll, um so kleiner muss die Ausfallrate der verwendeten Einzelteile sein
n Anzahl der Bauteile; t_m mittlere fehlerfreie Betriebsdauer

Nach ihrer Verwendung kann man elektronische Geräte in drei Gruppen einteilen: in Geräte für den Unterhaltungssektor, für industrielle Anwendungen und für den kommerziellen Nachrichtenverkehr. Für die erste Gruppe werden Standardbauteile verwendet. Sie müssen natürlich möglichst gut sein, in erster Linie aber einen niedrigen Preis haben. An die Bauteile für industrielle Geräte werden höhere Anforderungen gestellt. Den grössten Ansprüchen müssen die Bauteile für Nachrichtengeräte genügen, die zentralen Einrichtungen der Nachrichtenverarbeitung, die in Seekabel eingebauten Verstärker und die verschiedenen Geräte eines Satelliten.

Für die Qualität und Zuverlässigkeit eines elektronischen Bauelementes gibt es verschiedene Definitionen. Es sei in den folgenden Ausführungen für die Qualitätsbeurteilung die Ausfallrate gewählt. Sie ist ein Mass für die Ausfallwahrscheinlichkeit eines Bauteiles. Die Ausfallrate $\lambda = 10^{-4}$/h sagt aus, dass von 10 000 Teilen, die eine Stunde lang in Betrieb stehen, wahrscheinlich ein Teil ausfallen wird. Fig. 1 gibt die mittlere fehlerfreie Betriebsdauer verschiedener Gerätekategorien in Abhängigkeit von der Anzahl der Bauelemente an. In das Diagramm sind Geraden für verschiedene mittlere Ausfallraten der Bauteile eingezeichnet. Ein Rundfunktaschensuper mit etwa 60 Bauteilen hat eine mittlere fehlerfreie Betriebsdauer von 2 Jahren, wenn die Bauteile eine Ausfallrate von 10^{-6}/h haben. Die 5000 Bauteile, die in eine Seekabelverbindung eingebaut sind, und die mit zehnfacher Sicherheit 20 Jahre lang nicht ausfallen sollen, müssen eine mittlere Ausfallrate von 10^{-10}/h haben, also einen sehr hohen Wert.

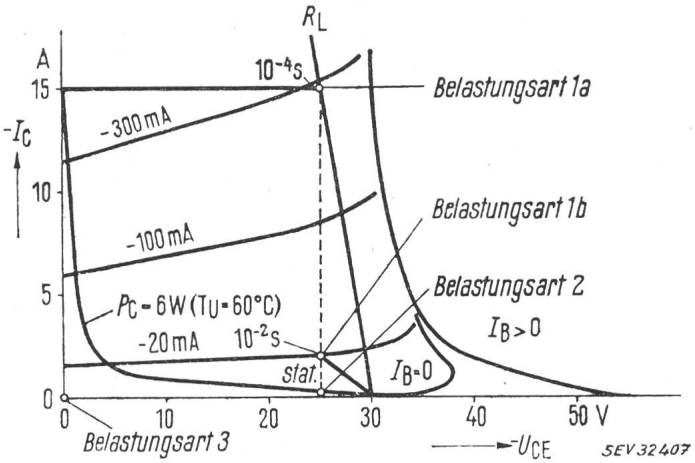


Fig. 2

Verschiedene Prüfmethoden für Halbleiter-Bauteile

1a starke Impulsbelastung; *1b* reduzierte Impulsbelastung; *2* statische Belastung auf der Verlustleistungshyperbel; *3* reine Temperaturlagerung

$-I_C$ Collectorstrom; U_{CE} Collector-Emitter-Spannung

Die Hersteller von Halbleiter-Bauteilen setzen grosse Mittel ein, um die Zuverlässigkeit ihrer Produkte zu steigern. Für die Kontrolle der Zuverlässigkeit von Halbleiter-Bauelementen sind im Laufe der Jahre verschiedene Prüfmethoden entstanden. Im Prinzip sind zwei Arten von Ausfällen eines Halbleiter-Bauteils möglich: der augenblickliche Totalausfall und das sich über einen kürzeren oder längeren Zeitraum erstreckende Verändern der elektrischen Eigenschaften. Die Charakteristiken, die am ehesten zu einer Veränderung neigen, sind das Sperrverhalten und die Stromverstärkung eines Transistors. Für beide Eigenschaften gibt der Lieferant Garantie- oder Grenzwerte an.

In Fig. 2 ist dargestellt, auf welche Arten ein Transistor während einer Dauerprüfung belastet werden darf. Bei der Belastungsart *3* wird der Transistor elektrisch überhaupt nicht belastet. Er wird lediglich bei hoher Temperatur gelagert. Die Lagerungstemperatur für diese Art der Kontrolle kann bei Germaniumtransistoren 100 °C und bei Siliziumtransistoren 150 °C betragen. Neuerdings kommt es vor, dass die Temperatur bewusst höher gewählt wird, zum Beispiel 150 °C für Germanium und 300 °C für Silizium, um durch die thermische Überlastung rascher zu einem Prüfergebnis zu kommen. Bei der Belastungsart *2* liegt der Arbeitspunkt auf der Verlustleistungshyperbel in einem Punkt mit hoher Spannungsbelastung. Die Belastung ist statisch, mit konstantem Strom und konstanter Spannung. Bei den Belastungsarten *1a* und *1b* wird der Transistor durch Impulse belastet. Dabei ist die Belastung während der Impulsdauer wesentlich grösser als die statische Grenzlast des Transistors. Bei der Belastungsart *1a* beträgt die Impulsspannung 25 V und der Strom 15 A, was einer Impulsleistung von 375 W entspricht, während die Grenzlast bei 60 °C nur 6 W beträgt. Die Impulse sind jedoch so kurz, dass die zulässige Sperrschichttemperatur von 90 °C nicht überschritten wird.

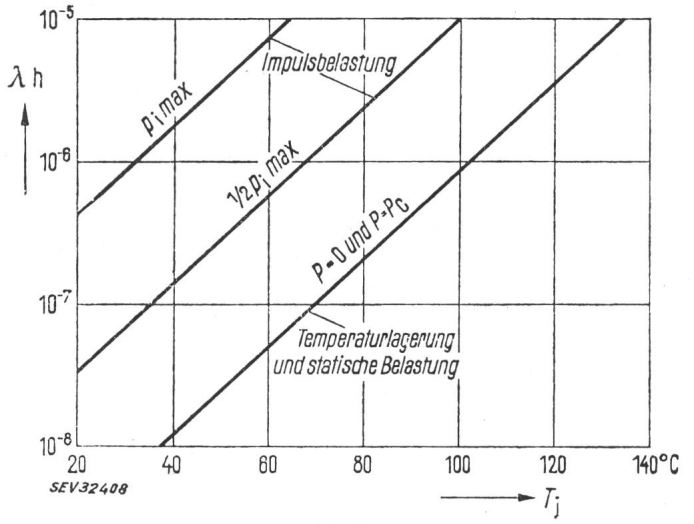


Fig. 3

Ausfallrate mal Zeit λh in Abhängigkeit von der Junction-Temperatur T_j

Die Ausfallrate steigt mit der Junction-Temperatur; sie wächst ausserdem bei impulsförmiger Belastung

Die Ausfallrate eines Transistors ist stark von der Temperatur abhängig (Fig. 3). Diese Tatsache steht mit der Arrheniusschen Gleichung für die chemische Reaktionsgeschwindigkeit in Zusammenhang. In Fig. 3 ist das Produkt Ausfallrate mal Zeit in Abhängigkeit von der Temperatur aufgetragen. Die unterste schräge Gerade im Diagramm gilt für reine Temperaturlagerung und für statische Belastung, die eine Junctiontemperatur entsprechend der gewünschten Messgrösse ergibt. Es hat sich gezeigt, dass die Ausfallrate bei statischer Belastung in den gleichen Grenzen liegt wie bei reiner Temperaturlagerung. Bei dynamischer Belastung steigt die Ausfallrate, was aus den beiden oberen schrägen Geraden in der Charakteristik zu ersehen ist. Die mittlere Gerade gilt für eine Impulsbelastung mit der halben maximalen Leistung, die obere mit Impulsbelastung mit der vollen Leistung. Wie aus Fig. 3 zu ersehen ist, kann man mit dem Impulstest 10- bis 100-mal schneller zu Prüfresultaten kommen als mit der Temperaturlagerung oder mit der statischen Belastung, die die Verlustleistungshyperbel nicht überschreitet.

Aus Zuverlässigkeitskontrollen über längere Zeit mit legierten Germaniumtransistoren kam man auf Ausfallraten von 10^{-8} bis 10^{-7}/h. Im Vergleich dazu liegen die Ausfallraten von Kondensatoren und Widerständen in der Grössenordnung von 10^{-9}/h. Die Qualität von Halbleiter-Bauteilen kann jedoch von Los zu Los eines bestimmten Typs stark schwanken. Eine ständige und laufende Kontrolle in allen Stadien der Fabrikation ist deshalb für die Zuverlässigkeit des Endproduktes von grösster Wichtigkeit.

H. Gibas

Mikrowellen-Feuchtigkeitsmesser

543.712 : 621.3.029.6

Geräte zur Feuchtigkeitsmessung, die auf den Prinzipien der Mikrowellen-Absorption beruhen, sind neuerdings auf dem Markt erhältlich. Natürlich gab es auch schon bisher Feuchtigkeitsmesser, aber sie waren nur ausreichend zur Messung der Oberflächen-Feuchtigkeit. Mit den Geräten der Mikrowellen-Methode lässt sich dagegen die totale Feuchtigkeit eines Gegenstandes bis auf eine Genauigkeit von ± 0,2 % bestimmen. Die bisherigen Messungen ergaben sehr zufriedenstellende Ergebnisse, ob es sich nun um Giesserei-Sand, Getreide, feuerfesten Ton, Zellulose-Flocken, Bausand, Tabak-Ballen, Seife, Trockenfrüchte usw. handelte.

Das Messgerät enthält Techniken, die in Laboratorien schon lange Verwendung finden. Das angewendete Prinzip beruht auf der Messung des Verhältnisses der Eingangs- zur Ausgangs-Leistung von Mikrowellen, die durch den zu messenden Gegenstand hindurchgeschickt werden.

Von den beiden Geräte-Typen, die im Augenblick erhältlich sind, ist eine ein S-Band-Typ, der bei einer Frequenz von 2450 MHz arbeitet, und der ursprünglich für die Bauindustrie vorgesehen war, d. h. das Gerät ist so konstruiert, dass es zur Messung grosser Proben mit relativ hohem Feuchtigkeitsgehalt geeignet ist. Das zweite Gerät — ein X-Band-Gerät — wurde für kleine Proben entwickelt oder für solche, die nur geringe Feuchtigkeit enthalten, welche bei der S-Band-Frequenz nicht gemessen werden können. Dieses zweite Gerät arbeitet bei 10 680 MHz und ist sowohl für Laboratoriums- als auch für industrielle Zwecke, wo kleinere Mengen untersucht werden sollen, geeignet.

Jede dieser Geräte-Gruppen besteht aus zwei getrennten und tragbaren Einheiten: dem Sender und dem Empfänger. Mit der einzigen Ausnahme des Mikrowellen-Oszillators im Sender sind alle anderen Kreise transistorisiert, und es werden gedruckte Schaltungen verwendet. Der Sender enthält eine Oszillator-Röhre, die an einen kurzen Hohlleiter angekoppelt ist, der in einen Hornstrahler übergeht. Er kann entweder an das Wechselstrom-Netz oder an eine 12-V-Fahrzeug-Batterie angeschlossen werden. Der Empfänger hat einen dem Sender ähnlichen Hornstrahler, der über eine angekoppelte Hohlrohrleitung mit einem Präzisions-Dämpfungsglied und einem Kristall-Detektor verbunden ist. Das

Signal aus dem Detektor wird durch einen selektiven Hochleistungs-Verstärker verstärkt und durch ein Anzeigegerät dargestellt.

Das Grundverfahren der Anwendung ist ein Gegenüberstellen des Senders und Empfängers, die durch die zu untersuchende Probe getrennt sind.

Vor der Material-Untersuchung muss der Empfänger auf Null eingeregelt werden; nach Einführung der Probe ergibt sich eine neue Einstellung, die, an einer Eichkurve oder -tafel abgelesen, den genauen Feuchtigkeitsgehalt der Probe angibt. *G. Maus*

Quasi-elektronische Fernsprechvermittlungsstelle

621.395.34 - 523.8

[Nach SEL-Sonderdruck: Zur Einschaltung der Vermittlungsstelle Stuttgart-Blumenstrasse am 12. Juli 1963]

Am 12. Juli 1963 konnte eine neue quasi-elektronische Fernsprechvermittlungsstelle Stuttgart-Blumenstrasse, die nach dem System HE-60 der Standard Elektrik Lorenz AG arbeitet, in Betrieb gesetzt werden.

Damit können die im Herkon-Elektronischen-System HE-60 verwendeten neuen Schaltungsprinzipien in einem Grossversuch erprobt und weiter die Reaktion der Teilnehmer beobachtet werden. Obwohl die Qualität herkömmlicher Systeme ausserordentlich hoch ist, verlangen die steigenden Herstellungs- und Unterhaltskosten einen Verzicht auf die elektromechanischen Bauteile. Die quasi-elektronische Vermittlungseinrichtung HE-60 verwendet deshalb eine vollelektronische Steuereinrichtung und im Koppelnetz dient der hermetisch abgeschlossene Kontakt «Herkon» als Schaltpunkt. Die kurze Durchschaltezeit erlaubte die zweckmässige Einsetzung einer Telefonstation mit Tastwahl, wobei der Betrieb mit einem gewöhnlichen Apparat trotzdem möglich ist.

Die kleine Durchschaltzeit würde erlauben, eine Zentrale von 10 000 Teilnehmern von einem einzigen zentralen Markierstromkreis aus zu steuern. Damit bei einer Störung des Steuerwerkes nicht zu viele Teilnehmer ausser Betrieb gesetzt sind, wurden Gruppen zu 2000 Anschlüsse gebildet und auch die wichtigen Organe doppelt ausgeführt. Für einen Vermittlungsvorgang, Markierspiel genannt, steht mit dieser Lösung genügend Zeit zur Verfügung, was die Anwendung einfacherer Stromkreise erlaubt. Ein wichtiges Merkmal ist ferner das «one-at-a-time-Prinzip», d. h. innerhalb einer 2000er-Markiergruppe wird während einer bestimmten Zeitphase nur eine Verbindung aufgebaut.

Beim Aufheben des Mikrotelefons wird der Teilnehmer über das Koppelnetz mit dem Register verbunden. Erst nachdem alle für den Verbindungsaufbau notwendigen Ziffern im Register gespeichert sind erfolgt die Durchschaltung. Der Leitwegzuordner und die Markierstromkreise sind dabei für die Wahl des günstigsten Weges verantwortlich. Der Verbindungsaufbau erfolgt Stufe um Stufe nach dem System der konjugierten Wahl, d. h. es werden sämtliche möglichen Verbindungswege geprüft, über welche die zwei Teilnehmer miteinander verbunden werden können, bevor das Besetztzeichen angeschaltet wird.

Da der Betriebszustand vom Bedienungspersonal nicht mehr visuell erkannt werden kann, stellen sich hier ganz neue Probleme. Zudem brachten auch die neuen Schaltungsprinzipien eine ganze Reihe von ungewohnten Lösungen für die Beschaltung der Anlage. Um dem Personal in den Ämtern entgegenzukommen, wurden umfangreiche Kontroll- und Prüfeinrichtungen installiert.

Der nun anlaufende Grossversuch mit dem System HE-60 soll Aufschluss geben über die Eignung der elektronischen Schaltelemente für die Vermittlungstechnik, und wie weit ein neues System mit allen herkömmlichen Lösungen einwandfrei zusammenarbeiten kann. *W. Langhart*

Der hermetisch abgeschlossene Kontakt «Herkon»

621.316.52 : 066.6

[Nach *H. Rensch:* Der hermetisch abgeschlossene Kontakt «Herkon». Elektrotechnische Z. — B 12(1960)12, S. 295...297]

Das normale Fernmelderelais erreichte im Laufe der Jahre eine sehr hohe Güte. Mit zunehmender Raumausnützung und der Verwendung von Kunststoffen verschlechterte sich jedoch die Qualität luftoffener Kontakte. Es wurden Wege gesucht, diesen Schwierigkeiten zu begegnen, und zwar in der Form von vollständig gekapselten Relais. Versuche in dieser Richtung ergaben jedoch nicht den gewünschten Erfolg.

Ein weiteres Problem stellte sich bei der Herstellung von Fernmelderelais. Für die Reglage der grossen Zahl von Kontakten, wie sie von der Telephonautomatik benötigt werden, konnten die qualifizierten Arbeitskräfte nicht mehr gefunden werden. Dem Konstrukteur stellte sich deshalb die Aufgabe, ein Element hoher Güte zu finden, welches aber auch möglichst automatisch hergestellt werden konnte.

In den USA entwickelte man den sog. «Reed-Kontakt», einen hermetisch abgeschlossenen Kontakt, «Herkon» oder Schutzrohrkontakt. Das neue Element brachte für beide erläuterten Mängel entscheidende Vorteile.

Beim Herkon sind zwei Metallstreifen unter einer Schutzgasatmosphäre in ein Glasrohr eingeschmolzen. Die beiden Streifen, Federn, überlappen sich in der Mitte des Röhrchens und bilden so den eigentlichen Kontaktpunkt (Fig. 1). Die beiden Federn sind aus einem magnetisch leitendem Material hergestellt und bilden damit selbst einen Teil des Magnetkreises, wobei für den Kontaktpunkt ein niederer magnetischer und elektrischer Widerstand verlangt wird. Durch Eindiffundieren einer Goldschicht liess sich für beide Forderungen ein guter Kompromiss finden. Beim Herkon-Relais wird der Kontakt direkt mit der Wicklung umgeben, welche den Magnetfluss erzeugt. Der Magnetkreis verläuft über die Federn des Herkon und wird über einen Eisenmantel geschlossen, der die Wicklung umgibt.

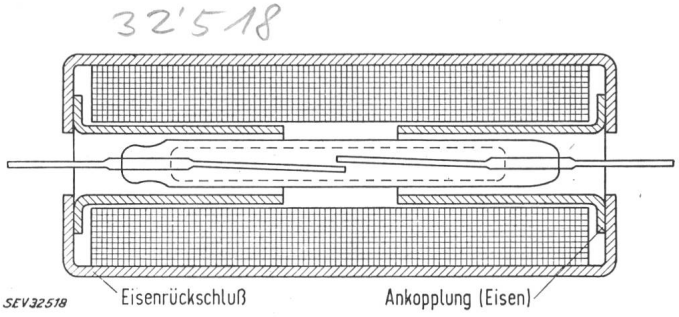


Fig. 1

Aufbau eines empfindlichen Herkon-Relais

Sowohl rechnerisch wie durch Versuche wurden optimale Werte für die Abmessungen des Herkon bestimmt. Das Element lässt sich in weiten Grenzen der Verwendung entsprechend anpassen. Die Abmessungen sind aber auch von Bedeutung für die Herstellung, wenn eine genügend hohe Gleichmässigkeit einer Serie erzielt werden soll.

Die Eigenschaften des Herkon lassen sich in folgenden Zahlen ausdrücken:

a) Schaltzahlen bis Hunderte von Millionen;
b) Schaltzeiten von 1...10 ms;
c) Energiebedarf zum Schalten bei einigen 10 mW;
d) Kontaktübergangswiderstand weniger als 0,5 Ω;
e) Schaltleistungen wie bei normalen Fernmelderelais.

Damit steht dem Schaltungsingenieur ein wertvolles Element zur Verfügung, das sich bestens für den Zusammenbau mit elektronischen Bauteilen eignet.

Ausser dem einfachen Schliesskontakt liessen sich keine andern Kombinationen wirtschaftlich herstellen. Wenn jedoch mehrere Kontakte gleichzeitig zu betätigen sind, so ist es durchaus möglich, eine beschränkte Zahl von Herkon durch die gleiche Magnetwicklung zu erregen.

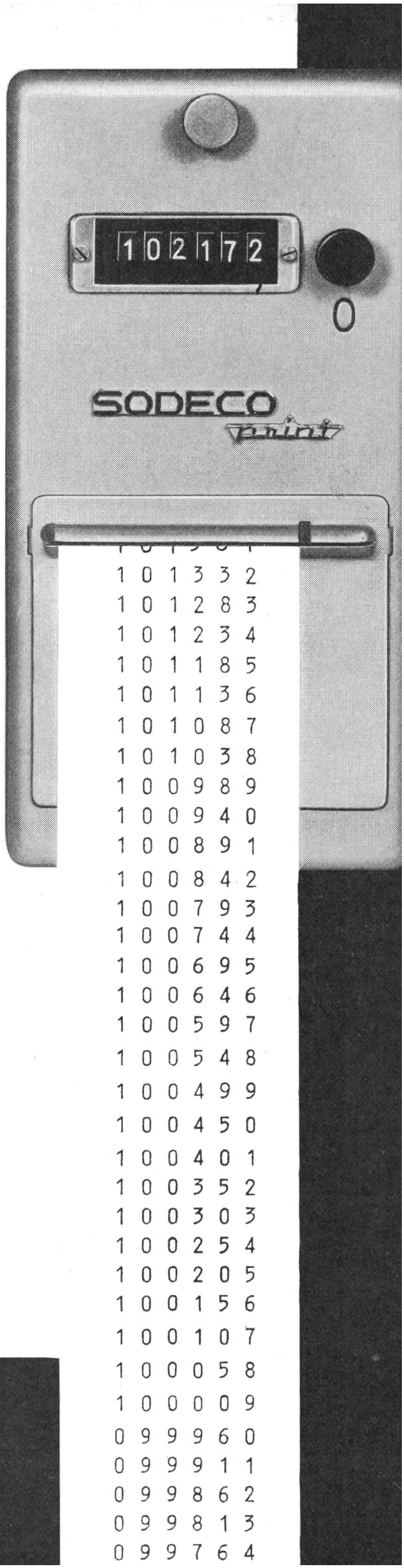
Mit dem hermetisch abgeschlossenen Kontakt wurde somit ein Element gefunden, das den Strömen und Spannungen von elektronischen Schaltungen entspricht und auch entsprechende Schaltgeschwindigkeiten aufweist. In Durchschaltenetzwerken von Telefonzentralen mit elektronischer Steuerung dürfte sich für den Herkon ein weites Feld für die praktische Anwendung eröffnen.

W. Langhart

Fortsetzung auf Seite 81

Suite voir page 81

Druckende Impulszähler



Diese Apparate erlauben nebst dem direkten Ablesen eines Anzeigezählwerks auch den Druck der Zählergebnisse auf einen Papierstreifen. Sie werden ebenfalls in doppelten Ausführungen hergestellt, wobei zwei unabhängige Zähler im selben Gehäuse untergebracht sind. Einer der beiden kann, wenn gewünscht, zur Anzeige und zum Druck der Zeit und des Datums neben dem Zählergebnis dienen.

- **Kleine Abmessungen**
- **Normalisierte Aussenmasse**
- **Fernbetätigung von Rückstell- und Druckvorrichtungen**
- **Apparat durch Steckverbindung angeschlossen (plug-in)**

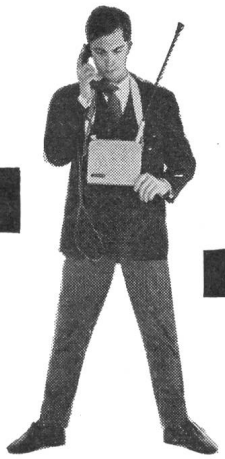
Verlangen Sie bitte unseren Prospekt C 212.33

SODECO

Grand-Pré 70 Genève Telephon 022 33 55 00

Rasch sichere Verbindung mit

SE 18



Das Kleinfunkgerät SE 18 der Autophon ist leicht, handlich, leistungsfähig. Es wiegt nur 2,6 kg. Es ist nur 19,8 cm breit, 16,6 cm hoch und 5,5 cm dick: etwa halb so gross wie ein Telefonbuch.

Die Reichweite beträgt in offenem Gelände bis 20 km, im Innern von Ortschaften oder in hügeligem Terrain noch gute 3 km.

Der Nickel-Cadmium Akkumulator liefert Strom für 110 Stunden reine Empfangszeit oder 25 Betriebsstunden mit 10% Sendezeit. Er kann leicht und beliebig oft aufgeladen werden.

SE 18 Kleinfunkgerät

Ausführungen mit 1...4 oder 1...6 Kanälen; eingerichtet für Wechselsprechen oder bedingtes Gegensprechen. Auf Wunsch Prospekte oder Vorführungen.

AUTOPHON

Zürich: Lerchenstrasse 18, Telefon 051 / 27 44 55
Basel: Peter-Merian-Str. 54, Telefon 061 / 34 85 85
Bern: Belpstrasse 14, Telefon 031 / 2 61 66
St. Gallen: Schützengasse 2, Telefon 071/23 35 33
Fabrik in Solothurn