Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 58 (1967)

Heft: 12

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

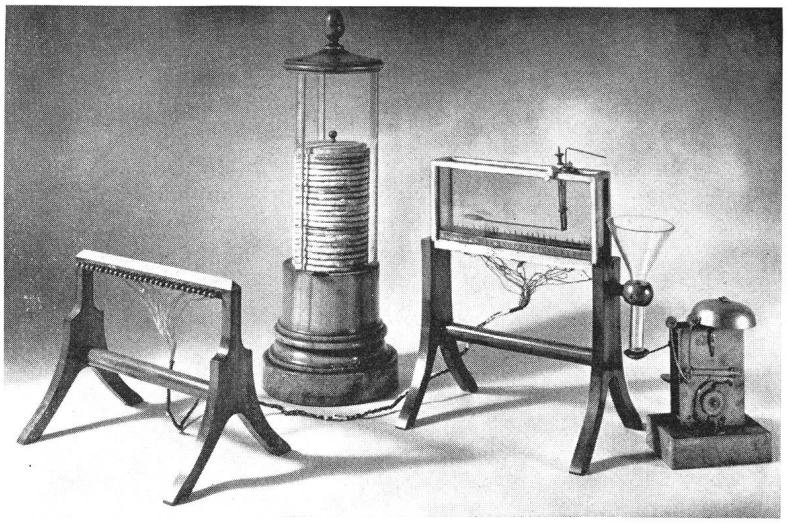
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media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

Download PDF: 12.12.2025

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

EIN BLICK ZURÜCK

Der Telegraph von Sömmerring 1809



Deutsches Museum, München

Der erste elektrische Telegraph, welcher durch eine galvanische Batterie (damals noch eine Voltasche Säule) betrieben wurde, war der elektrochemische Telegraph des Anatomen *Sömmerring* im Jahre 1809. Es war dies die Zeit der Napoleonischen Kriege. Die Österreicher waren in das damals mit Frankreich verbündete Bayern eingefallen und hatten München erobert. *Napoleon* kam rascher; als Freund und Feind angenommen hatten, und verjagte den Feind. Schuld daran war der von *Chappe* [1]) erfundene optische Telegraph, welcher Napoleon in kürzester Zeit von dem Einfall der Österreicher in Kenntnis setzte.

Der damals allmächtige bayerische Minister *Montgelas* forderte infolgedessen die Mitglieder der bayerischen Akademie auf, einen brauchbaren Telegraphen zu bauen. Das Ergebnis war der elektrochemische Telegraph Sömmerrings. Der Elektromagnetismus war noch nicht bekannt, so benutzte Sömmerring die bei der elektrischen Zersetzung von Wasser aufsteigenden Gasblasen zur Zeichengebung. Allerdings brauchte er für jedes Zeichen einen besonderen Draht. Das war der Grund, weshalb der Telegraph zwar gebaut, aber nicht eingeführt wurde.

In ein längliches mit Wasser gefülltes Glasgefäss (s. Bild) wurden die Enden der Drähte eingeführt. Die anderen Enden der Drähte waren isoliert an einem Holzgestell befestigt. Alle Drahtenden waren mit Buchstaben und Zeichen versehen. Mit Hilfe einer Voltaschen Säule war es möglich, im Empfänger am gewünschten Buchstaben Gasblasen aufsteigen zu lassen. Man konnte gleichzeitig zwei Zeichen geben, da das Wasserstoff-Volumen doppelt so gross war, wie das des Sauerstoffes. Der Beginn einer Depesche wurde durch einen Wecker angezeigt, welcher durch eine fallende Kugel ausgelöst wurde. Diese Kugel war auf einen beweglichen Draht lose aufgesteckt, welcher sich bei aufsteigenden Gasblasen so weit neigte, dass sie abglitt und durch einen Trichter auf den Auslöser des Weckers fiel. Als man gelegentlich eines Besuches Napoleon den Telegraphen vorführte, nannte er diesen «une idée germanique». Immerhin, später machte der Balte *Schilling von Cannstatt* mit diesem Telegraphen, gemeinsam mit Sömmerring, Versuche. Den ersteren hatte die Idee eines elektrischen Telegraphen so gepackt, dass sie ihn nicht mehr losliess. Er erfand einen Nadeltelegraphen, den er in Heidelberg vorführte. Dort sah ihn *Cooke*, der kurz danach mit dem Physiker *Wheatstone* das englische Telegraphenwesen begründete.

A. Wissner

[1]) s. Bull. SEV 55(1964)5, S. 222.

Nachrichten und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute frequence

Der Sekundärdurchbruch bei Transistoren

621.382.3

[Nach *H. A. Schafft* und *J. C. French:* A survey of second breakdown. IEEE Transactions on Electron Devices. Vol. ED-13, 8/9(1966), S. 613...618]

Thornton und *Simmons* berichteten 1958 erstmals über einen Effekt bei Transistoren, der sich durch eine abrupte Abnahme der Emitter-Kollektorspannung V_{CE} bei hohen Strömen äussert, und meistens zur Zerstörung des Halbleiters führt. Das katastrophale Resultat, ein Kurzschluss der Emitter-Kollektorstrecke, wurde damals konstruktiven Defekten des Halbleiters zugeschrieben, und zur Unterscheidung zum ersten, primären Spannungsdurchbruch, sekundärer Durchbruch genannt (Fig. 1).

Seither sind Jahre intensiver Forschung über diese Erscheinung vergangen, doch hat sich das Problem mit der Entwicklung der Halbleiter zu höheren Frequenzen und Leistungen keineswegs verringert, sondern bildet noch heute ernsthafte Schwierigkeiten bei der Konzeption zuverlässiger Halbleitergeräte.

Immerhin konnten einige Erscheinungen geklärt werden, und die charakteristischen Eigenschaften des Sekundärdurchbruchs, im Gegensatz zum thermischen «runaway», sind genau abgegrenzt worden.

Verschiedene Forschungsarbeiten aus den USA, Japan, Deutschland und auch aus der Schweiz geben vom Sekundärdurchbruch folgendes Bild:

a) Der Zusammenhang zwischen Durchbruchstrom und Basisstrom entspricht nicht dem gewohnten Verlauf, was in Fig. 2 deutlich zum Ausdruck kommt. Ein Basisstrom in Rückwärts-

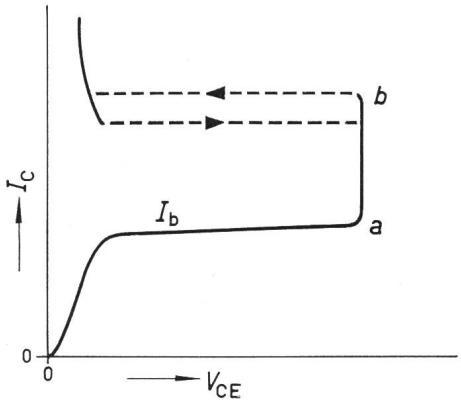


Fig. 1
Kennlinie eines vorwärts durchgesteuerten Transistors
I_C Kollektorstrom; V_{CE} Kollektor-Emitterspannung
a Primär-, *b* Sekundärdurchbruch bei Durchsteuerung mit einer Sinushalbwelle auf Ohmsche Last

richtung führt beim Sekundärdurchbruch zu einem kleineren Durchbruchstrom und kleinerer Spannung V_{CE}, als kein Basisstrom, oder einer, der den Transistor in einen leitenden Arbeitspunkt aussteuert.

b) Steuert man einen Transistor in ein Gebiet, wo Sekundärdurchbruch eintreten kann, so vergeht zwischen Erreichen dieses Arbeitspunktes und Eintreten des Durchbruchs immer eine gewisse Zeit, die Verzögerungszeit. Diese ist abhängig von der Kristalltemperatur und der Verlustleistung im Arbeitspunkt.

c) Aufgrund dieser Beobachtung durfte man annehmen, dass eine gewisse Energie zur Erzeugung des Durchbruches nötig ist, die man Triggerenergie nennt. Sie ist abhängig vom Produkt aus Verzögerungszeit und Verlustleistung.

d) Verschiedene Theorien versuchten den Zusammenhang zwischen dieser Triggerenergie und den beobachteten heissen Durchbruchszonen (hot spots) herzustellen. Man weiss, dass der Kollektorstrom zu einzelnen hoch belasteten Stromfäden kontrahiert, die eine lokale unzulässige Temperaturerhöhung, eben den «hot spot», zur Folge haben.

e) Man kennt auch konstruktive Massnahmen, die zur Erhöhung der Triggerenergie, also zum unempfindlich machen gegen Sekurdärdurchbruch befolgt werden müssen: Besonders bei den grossflächigen Kristallen der Leistungstransistoren, ist auf möglichst homogene Wärmeabfuhr und Basisdicke zu achten. Zonen niedriger Spannungsfestigkeit sind ebenfalls anfällig auf Sekundärdurchbruch.

f) Da der Sekundärdurchbruch erwiesenermassen ein thermisches Phänomen darstellt, das auch bei anderen Halbleitern (n^+ n^{++}-Übergänge, Dioden etc.) beobachtet werden kann, sollte der Effekt besser mit thermischem Durchbruch bezeichnet werden, obschon dessen genauer Mechanismus bis heute noch nicht restlos abgeklärt ist.

Der Ingenieur wird sich noch eine ganze Weile dem Problem widmen müssen. Die von den meisten Transistorherstellern gelieferten Unterlagen geben ihm das Arbeitsgebiet ohne Durchbruchgefahr an. Dieses erscheint im I_c/V_{CE}-Kennlinienfeld als begrenzte Fläche und ist meist für Ohmsche und induktive Last mit Begrenzerdiode spezifiziert. Die Aufenthaltsdauer des Arbeitspunktes in einem potentiellen Durchbruchgebiet wird angegeben, und ist natürlich stets kürzer als die Verzögerungszeit (Fig. 3).

Bemerkung des Referenten:

Fig. 1 und 3 wurden zur Illustration beigefügt. Sie sind im Originalaufsatz nicht enthalten. Fig. 3 bezieht sich auf den letzten Abschnitt des Referates, und soll den Konstrukteur elektronischer Geräte zu vermehrtem Gebrauch dieser nun von den meisten Herstellern gelieferten Unterlagen animieren, da deren Missachtung immer wieder kostspielige Ausfälle zur Folge hat. Anderseits werden Halbleiter aus «Sicherheitsgründen» überspezifiziert, was zu unnötigen Verteuerungen bei oftmals nicht gesteigerter Sicherheit führt.

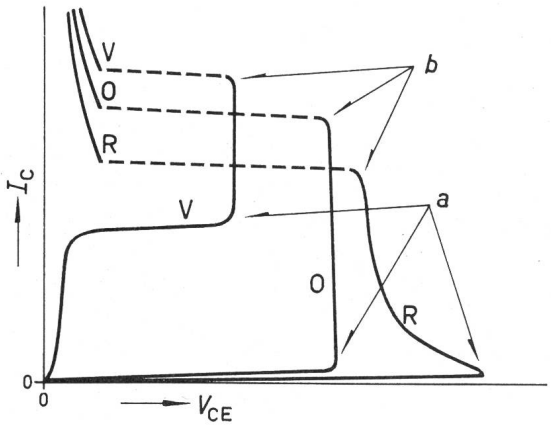


Fig. 2
Kennlinienfeld eines Transistors mit verschiedenen Basisströmen
V vorwärts; *R* rückwärts; *O* Basisstrom = 0
Durchsteuerung mit ¼ Sinuswelle auf Ohmsche Last

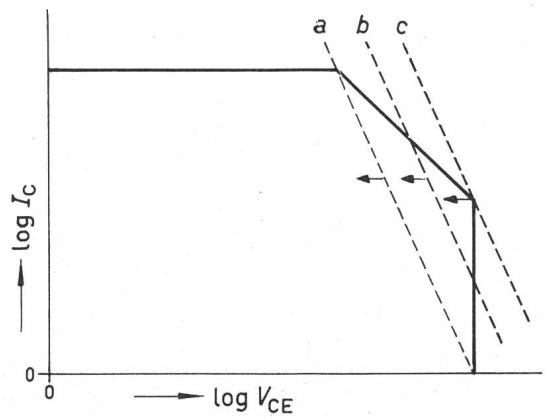


Fig. 3
Beispiel für die Spezifikation durchbruchssicherer Arbeitsgebiete
a die Verlustleistung ist alleine massgebend, keine Durchbruchgefahr
b teilweise sicheres Arbeitsgebiet. Aufenthaltsdauer des Arbeitspunktes in dieser Zone muss zeitlich begrenzt werden
c keine Garantie, Sekundärdurchbruch möglich

Für den besonders kritischen Fall einer induktiven Last ohne Diode sind Unterlagen kaum erhältlich. Die beim Abschalten freiwerdende Spulenenergie hängt in ihrer Wirkung auf den Transistor spezifisch von den Schaltungsdaten ab. *M. S. Buser*

Präzisions-Widerstandsmessbrücke mit Stromwandlern

621.317.733

[Nach *B. Rogal* und *J. S. Johnston:* Precision resistance-comparison bridge using current transformers PROC. IEE 114(1967)2, S. 290...296]

Es ist bekannt, dass bei Widerstandsmessbrücken hoher Genauigkeit durch die Zuleitungen der Widerstände, durch Thermospannungen sowie durch Änderungen der Widerstandswerte von Widerstandspulen und Kontaktwiderständen Schwierigkeiten bei der Einhaltung der Messgenauigkeit auftreten. Um dem abzuhelfen, hat man bereits zur Isolierung der Messbrücken gegenüber Erde die Messbrücken mit Spannungswandlern ausgerüstet. Die Speisung solcher Messbrücken und ihr Abgleich erfolgt dann unter Verwendung von Frequenzen im Niederfrequenzgebiet. Bei der Messung mit solchen Frequenzen gehen aber Wirbelstrom- und dielektrische Verluste störend in das Messergebnis ein. Um diesen Einfluss zu eliminieren, nimmt man mehrere Messungen bei unterschiedlichen Frequenzen vor. Die Messungen sind dadurch verhältnismässig zeitaufwendig.

Diesbezüglich lassen sich Verbesserungen erreichen, wenn man eine Messbrücke mit Stromwandleranordnungen verwendet. Jeder der beiden Stromwandleranordnungen wird ein 1-kHz-Wechselstrom zugeführt, der mit einer 5-Hz-Rechteckschwingung moduliert ist. An die Sekundärwicklungen der Stromwandleranordnungen ist jeweils ein aus Dioden bestehender Brückengleichrichter angeschlossen. In der Ausgangsdiagonalen der Gleichrichter ist immer einer der beiden miteinander zu vergleichenden Widerstände angebracht. Jeweils ein Anschluss dieser Widerstände wird an einen Detektor mit nachgeordnetem Nullinstrument angeschlossen; die anderen Anschlüsse der Widerstände sind dagegen direkt miteinander verbunden.

Der Detektor besteht aus einem Wechselspannungsverstärker mit nachgeschaltetem, für die 5-Hz-Schwingung phasenempfindlichen Demodulator. Durch zusätzliche Schaltungsmassnahmen im Detektor ist dafür gesorgt, dass nur die 5-Hz-Schwingung zum Brückenabgleich herangezogen wird. Das Messergebnis ist daher von Einflüssen frequenzabhängiger Blindwiderstände so gut wie unabhängig.

Der Abgleich der Messbrücke erfolgt durch Änderung des Übersetzungsverhältnisses einer der beiden Stromwandlerordnungen.

Dem Aufbau der Stromwandler kommt bei der angestrebten Messgenauigkeit (0,001 % im Messbereich von 0,1 bis 500 Ω) grosse Bedeutung zu.

Die Messbrücke ist besonders zur genauen Temperaturmessung mit Widerständen geeignet. *D. Krause*

Fortsetzung auf Seite 549

Suite à la page 549