



Doctoral Thesis

Raumladungsschwingungen in Dioden

Author(s):

Gerber, Walter

Publication Date:

1930

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000105252> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Raumladungsschwingungen in Dioden

Von der
Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich
zur Erlangung der
Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften
genehmigte
Promotionsarbeit

Vorgelegt von
Walter Gerber
aus Bern.

Nr. 613

*Referent: Prof. Dr. F. Tank.
Korreferent: Prof. Dr. K. Kuhlmann.*



1 9 3 0

Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig

weisbar. Die Töne oder Geräusche waren sehr kratzend, zuweilen auch trillernd; von den Impedanzen der Zuleitungen waren sie unabhängig. Es handelt sich hier offenbar um Kippschwingungen innerhalb der Röhren. Sie treten immer dann auf, wenn das Rohr mehrwellig oszilliert; bei den sog. ungünstigen Heizpolungen waren sie daher fast fortwährend vorhanden. Bild 26 zeigt das Auftreten dieser Kippschwingungen innerhalb der Abstimmkurven des Langfadenrohres (günstige Heizpolung). Kommutiert man die Heizspannung, so erstreckt sich die Selbstmodulation annähernd über den ganzen Schwingungsbereich entsprechend der nunmehr ungünstigen Heizpolung.

Für Meßzwecke und Telephonie ist die Selbstmodulation sehr lästig; die Kontrolle erfolgt am einfachsten durch ein Telephon im Anodenkreis.

X. Zusammenfassung.

Es wird gezeigt, daß eine von Eccles angegebene Fadenröhrenschialtung typische Raumladungsschwingungen nach Barkhausen-Kurz ausführt. Diese Tatsache widerlegt die bisherige Auffassung, wonach B.K.-Schwingungen an konzentrische Elektrodenanordnungen gebunden sind. Die elementare Eigenart der Röhren wie der Generatorschialtung ermöglicht weitgehende Schlüsse über den Elektronenmechanismus und das Zusammenwirken der Raumladung mit dem Lechersystem.

Elektronenmechanismus.

Raumladungsschwingungen nach B.K. bedingen das Vorhandensein pendelnder Elektronen; direkt von Kathode zu Anode laufende Elektronen generieren keine Schwingungen. Unter den pendelnden Elektronen sind nur solche aktiv schwingungsfähig, welche periodische, geschlossene Bahnen ausführen. Diese Bahnen liegen bei Fadenröhren annähernd in der Kathoden-Anodenebene. Die Regel $\lambda \sim E_g^{-1/2}$ gilt nur innerhalb eines Bahntypus.

Die Elektronen laufen auf den geschlossenen Bahnen von der Kathode weg und wieder zur Kathode, und zwar in zweierlei Umlaufsinn. (Untersuchungen im Magnetfeld zeigen Frequenzauerspaltung.) Die Raumladungsdichte schwankt längs der gemeinsamen Bahnschleife periodisch mit dem Ort und mit der Zeit. Dies entspricht einer stehenden Welle.

Das Elektronengas einer Bahnschleife ist als Schwingungsgebilde aufzufassen. Es besitzt ähnlich einer Pfeife ein ganzes Spektrum nichtharmonischer Eigenwellen, welche einzeln angeregt werden können. Die Grundperiode entspricht ungefähr der Umlaufdauer eines Elektrons auf einem bestimmten Bahntyp und wird in der Literatur als sog. „lange Welle λ_1 “ bezeichnet. Die zweite Oberwelle, die sog. „kurze Welle λ_2 “ verhält sich zu λ_1 :

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} \approx \frac{1}{2}$$

Der Verfasser konnte mehrmals die dritte Oberwelle λ_3 nachweisen. Die einzelnen Eigenwellen besitzen jeweils ein Spektrum Harmonischer,

welche entsprechend den Abstimmvorrichtungen mehr oder weniger intensiv erscheinen.

In technischen Elektronenröhren sind infolge mechanischer und elektrischer Ungleichförmigkeiten die Frequenzen der einzelnen räumlichen Elektronengruppen gegeneinander etwas verschieden. Die Röhren können mehrwellig oszillieren. In diesem Zusammenhang wird der „Heizpolungseffekt“ diskutiert. Technische Oszillatorröhren sollen möglichst viele genau gleichfrequente Elektronen mit geschlossenen, periodischen Bahnkurven enthalten.

Die Untersuchung der Schwingungsbereiche zeigt in guter Uebereinstimmung mit Tank und Schiltknecht, daß die B.K.-Schwingungen an „Sättigungselektronen“ gebunden sind. Im Sättigungsgebiet der Emissionskurve ist λ vom Heizstrom abhängig.

Konphas konzentrische Raumladungsschwingungen in einem Dreifadenrohr zeigen den Uebergang von Dioden zu den klassischen Triodenverhältnissen. Gegentakt - Raumladungsschwingungen mit einem Dreifadenrohr zeigen die Analogie zur ersten Oberwelle λ_2 ; ferner wird auf die Möglichkeit eines n -Phasen - Raumladungsschwingungsgenerators hingewiesen.

Im letzten Kapitel wird die Selbstmodulation der B.K.-Schwingungen behandelt.

Raumladung und Lechersystem.

In der Generatorschialtung wird die Raumladung mit einem schwingungsfähigen Lechersystem gekoppelt. Die Anordnung besitzt demnach zwei Koppelwellen und es zeigen sich Zieherscheinungen. Die Kopplung, welche zugleich als Rückkopplung aufgefaßt werden kann, ist kapazitiv. Der Generator schwingt bei induktiver Phase des Lechersystems. Diese Tatsachen wurden eingehend diskutiert an Hand der Abstimmkurven, ferner am Verlauf der Schwingungsintensität und der Wellenlänge in Funktion der Rohrlage relativ zur Spannungsverteilung auf das Lechersystem.

Bei Raumladungsschwingungen treten an den Elektroden dynamische Gleichrichtereffekte auf; darüber liegen einige Resultate vor.

Handelsübliche Glühlampen erzeugen Raumladungsschwingungen analog den Fadenröhren.

Die Fadenröhren wurden hergestellt von der „Licht A.-G.“, Vereinigte Glühlampenfabriken, Goldau, und der Osramlampenfabrik der Schweiz. Auergesellschaft, Veltheim-Winterthur. Beiden Firmen bin ich für ihre Mitarbeit zu großem Dank verpflichtet.

Die Untersuchung wurde ausgeführt unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. F. Tank im Phys. Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule. Es ist mir eine besondere Freude, an dieser Stelle meinem verehrten Lehrer für sein förderndes Interesse und seine Be-

mühungen für das Gelingen der Arbeit meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Literatur.

- 1) S. Dushman: Hochvakuumtechnik S. 231-232.
- 2) W. H. Eccles: Brit. Pat. 258989.
- 3) B. v. d. Pol: Physica 5, 1, 1925.
- 4) E. W. B. Gill: Phil. Mag. 49, 993, 1925,
- 5) A. Scheibe: Ann. d. Phys. (4), 73, 54, 1925.
- 6) F. Tank und E. Schiltknecht:
Helv. Phys. Acta, 1, 110, 1925.

- 7) J. Müller und F. Tank: Helv. Phys. Acta 1, 447, 1928.
- 8) F. Tank: Ztschr. f. Hochfrequenztechn. 20, 85, 1922.
- 9) H. E. Hollmann:
Ztschr. f. Hochfrequenztechn. 35, 23, 1930.
- 10) H. E. Hollmann: Phys. Ztschr. 31, 56, 1930.
- 11) F. Tank und A. Ackermann: Helv. Phys. Acta 2, 512.
- 12) L. Bergmann: Ann. d. Phys. (4) 67, 13, 1922.
- 13) H. E. Hollmann:
Ztschr. f. Hochfrequenztechnik 34, 140, 1929.

(Eingegangen am 28. Juni 1930.)

Lebenslauf.

Ich wurde am 2. September 1902 in Bern als Sohn des Kaufmanns Ernst Gerber geboren. Meine Jugendzeit verbrachte ich in Bern. Als Schüler des Freien Gymnasiums erlangte ich im Herbst 1921 die Matura und im selben Jahr immatrikulierte ich mich an der E.T.H. in Zürich. Im Sommer 1925 wurde mir von der E. T. H. das Diplom als Elektroingenieur erteilt. Während der Studienzeit hatte ich eine Ferienpraxis bei der B.L.S. in Spiez absolviert. Meine Studien setzte ich fort im Institut von Herrn Prof. Dr. K. Kuhlmann, wo ich mich mit Hochfrequenztechnik befaßte. Seit Oktober 1926 arbeite ich als Assistent von Herrn Prof. Dr. F. Tank am Phys. Inst. der E.T.H. In den Jahren 1928 und 1929 unternahm ich größere Studienreisen zum Besuche ausländischer Anlagen und Fabriken der Radiotechnik.