

b) Raumladungsschwingungen in Fadenröhren.

Während die bisherigen Schwinganordnungen ausnahmslos mit ausgedehnten Elektroden in Ebenen senkrecht zu den Elektronenbahnen arbeiten, lassen sich auch in Röhren mit drahtförmigen Anoden Schwingungen erzeugen [37]. Eine solche Anordnung zeigt die Abb. 192, wobei die Röhre in den Gang einer beiderseits kurzgeschlossenen Lecher-Leitung direkt eingeschaltet ist. Die Verschiebung der Abstimmbrücken muß natürlich jeweils so erfolgen, daß sich die Röhre immer in einem Spannungsbauch befindet. Zwar handelt es sich in diesem Fall nicht mehr um reine Bremsfeldschwingungen, doch zeigen die Fadenröhren alle charakteristischen Eigenschaften der Bremsröhren, so daß analoge Raumladungsschwingungen vorliegen müssen, deren Diskussion eine Erweiterung der allgemeinen Barkhausenschen Theorie bildet.

[37] Gerber, W.: Zeitschrift für Hochfrequenztechnik Bd. 36 (1930) S. 98

b) Space-charge oscillations in filamentary tubes.

While previous work invariably had oscillation arrangements with plane electrodes oriented vertically to the electron paths, tubes with wire anodes can also produce oscillations [37]. Such an arrangement is shown in Figure 192, the tube being inserted directly into the path of a mutually shorted Lecher line. The placement of the sliding tuning shunt must be chosen so that the tube is always at a tension peak. Although this case no longer has purely retarding field oscillations, the filamentary tubes show all the characteristic properties of retarding field tubes, so that analogous space-charge oscillations must be present, and the discussion is an extension of the general theory by Barkhausen.

[37] Gerber, W.: Zeitschrift für Hochfrequenztechnik, (Periodical for High Frequency Technology) Vol. 36 (1930) p. 98

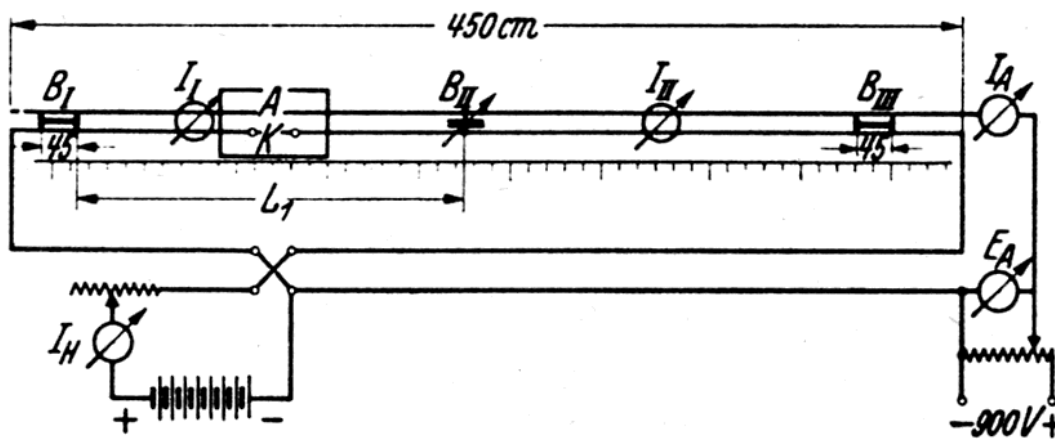


Abb. 192. Elektronengenerator mit Fadenröhre nach Gerber.

Fig 192 Electron tube generator with filamentary-tube by Gerber

Nach Abb. 193 wird die Relation $\lambda^2 E_a = \text{const}$ auch hier über einen Spannungsbereich bis zu 700 V bestätigt, von welchem Punkt die Welle allerdings auf einen abweichenden Betrag springt, und in manchen Fällen konnte sogar noch eine dritte Welle erregt werden. Im Gegensatz zur normalen Bremsröhre, die nur bei Annäherung an die Sättigung Elektronenschwingungen erzeugt, erstrecken sich die Schwingbereiche aller Fadenröhren fast über den ganzen Raumladungsteil der Strom - Spannungscharakteristik. Die längere Welle λ_1 liegt ausschließlich im Sättigungsgebiet und verkürzt sich mit zunehmender Heizung, während die kürzere Welle λ_2 im Raumladungsteil der I_a / E_a - Kennlinie auftritt und von der Heizung unabhängig ist.

According to Figure 193 the relation $\lambda^2 E_a = \text{const}$ is also confirmed here over a voltage range up to 700 V, from which point the wave, however, jumps to a different level, and in some cases could even be a third mode of oscillation. In contrast to normal retarding field tubes, that generate oscillations only when approaching electron saturation, the tuning ranges of filamentary tubes extend over almost the whole space-charge part of the current-voltage characteristic. The longer wavelength λ_1 is only in the saturation region and is reduced with increasing heating, while the shorter wave λ_2 occurs in the space-charge part of the I_a / E_a - characteristic and is independent of heating.

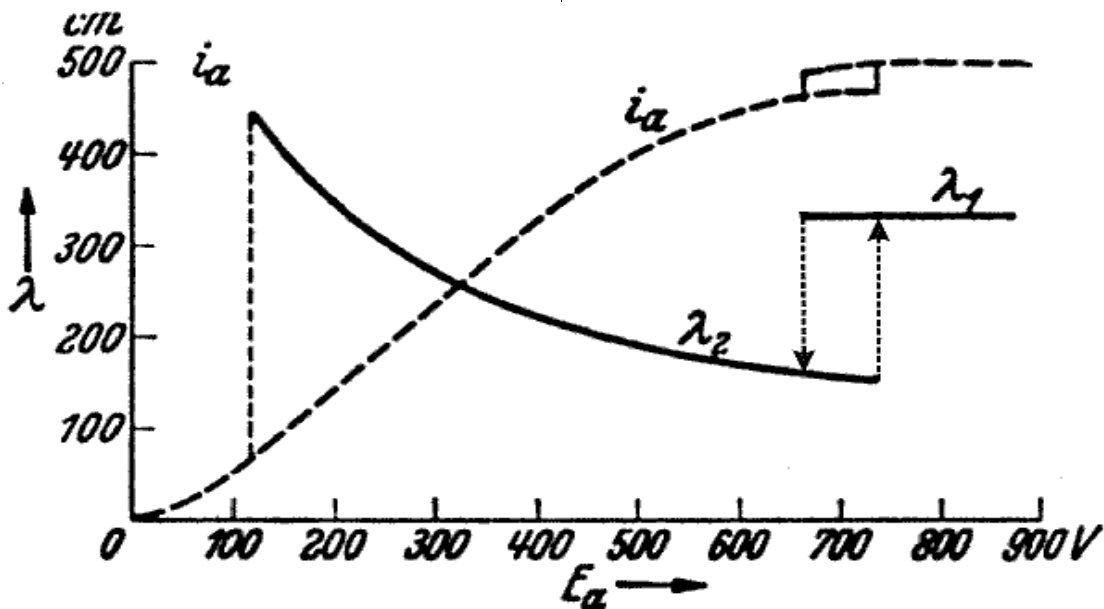


Abb. 193. Wellenbereiche einer Fadenröhre.

Figure 193. Wavebands in a filamentary tube.

Als typische Abstimmkurven des Fadengenerators zeigt die Abb. 194 die Welle, den Anodenstrom und die Schwingungsamplitude E als Funktion des Abstands L_1 zwischen den beiden Reflexionsbrücken. Offensichtlich treten auch hier die vom normalen Elektronenoszillator bekannten Frequenzsprünge, begleitet von Schwankungen des Anodenstroms und der Intensität sowie von Zieh Erscheinungen auf, doch ist ihre Lage spiegelbildlich vertauscht, indem sich die beim Barkhausengenerator bei Verlängerung der Lecher-Leitung ergebenden Erscheinungen hier bei Verkürzung zeigen. Daraus ist zu schließen, daß die Raumladungen der Fadenröhren nur bei induktiver Phase der Lecher-Leitung schwingen, und daß der Rückwirkungsmechanismus zwischen schwingender Raumladung und Lecher-System kapazitiv sein muß. Die stärksten Schwingungen liefern „Spiralfadenröhren“ mit parallelen, im einzelnen ganz eng gewundenen Wolframwendeln (wie bei Halbwattlampen).

Typical tuning curves of the filamentary generator are shown in Figure 194 with wavelength, anode current and oscillation amplitude E as functions of distance L_1 between the two reflecting shorts. Obviously, like in normal electron transit time oscillator operation, the well known wavelength jumps are also shown here, to be accompanied by fluctuations of the anode current and oscillation intensity as well as pulling effects (of the frequency), but their appearance is reverse mirrored and interchanged from what is shown by the Barkhausen generator in the case of extending the Lecher line, resulting now in shortening the Lecher line. It is concluded that the space charges of the filament tubes only oscillate for the inductive phase of the Lecher line, and that the feedback mechanism between oscillating space charge and Lecher system must be capacitive. The strongest oscillations are provided by "spiral filament tubes" with parallel very tightly wound tungsten filaments (as in half-watt lamps).

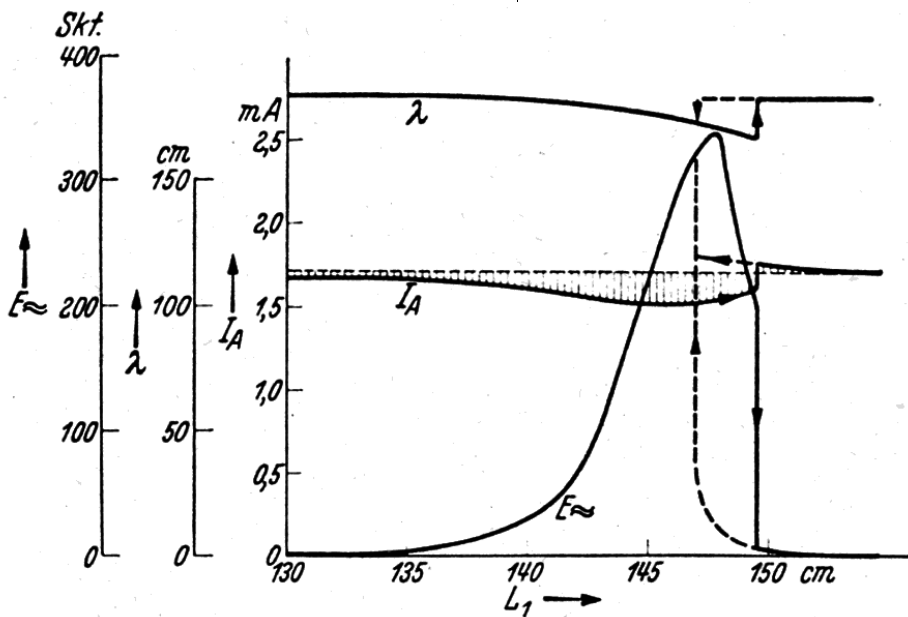


Abb. 194. Abstimmkurven eines Fadengenerators.

Figure 194 Curves of a Filamentary tube generator.

Die Ursache der Raumladungsschwingungen in Fadenröhren sind periodische Umläufe von Elektronen auf den in Abb. 195 a und b dargestellten Bahnen in Ebenen senkrecht zu den Elektrodenachsen, wobei infolge der vollkommenen Symmetrie beide Umlaufrichtungen nebeneinander möglich sind. Nach allem, was über die Bewegung von Ladungsträgern bekannt ist, bildet die Drahtanode einen schlechten Elektronenkollektor, weshalb die direkt von der Kathode zur Anode übergehenden Raumladungen vernachlässigbar gering sind. Auf den periodischen Bahnen mit zweierlei Umlaufsinn bilden sich dann stehende Raumladungswellen, die sich in verschiedenen nicht harmonischen Oberschwingungen $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3 \dots$ erregen können, wie es die folgende Abb. 196 veranschaulichen mag. Alle auf nicht geschlossene Bahnschleifen nach Art der Abb. 195 b geratenden Elektronen können nicht synchron mitschwingen und scheiden aus dem Anregungsprozeß aus.

The cause of the space-charge oscillations in filamentary tubes are periodic orbits of the electrons shown in Figure 195 with a and b orbits in planes perpendicular to the electrode axis, which are due to the perfect symmetry of both directions of circulation side by side. After all, what is known about the movement of charge carriers, is that a wire anode is a bad electron collector, which is why little charge travels directly from cathode to anode. On the periodic orbits with two distinct directions then form standing space charge waves propagating in different non-harmonic oscillations $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3 \dots$ can attract, as shown in the following Fig. 196. Not all orbits can be closed loops shown in Fig. 195 b and will not resonate in sync and are eliminated from the excitation process.

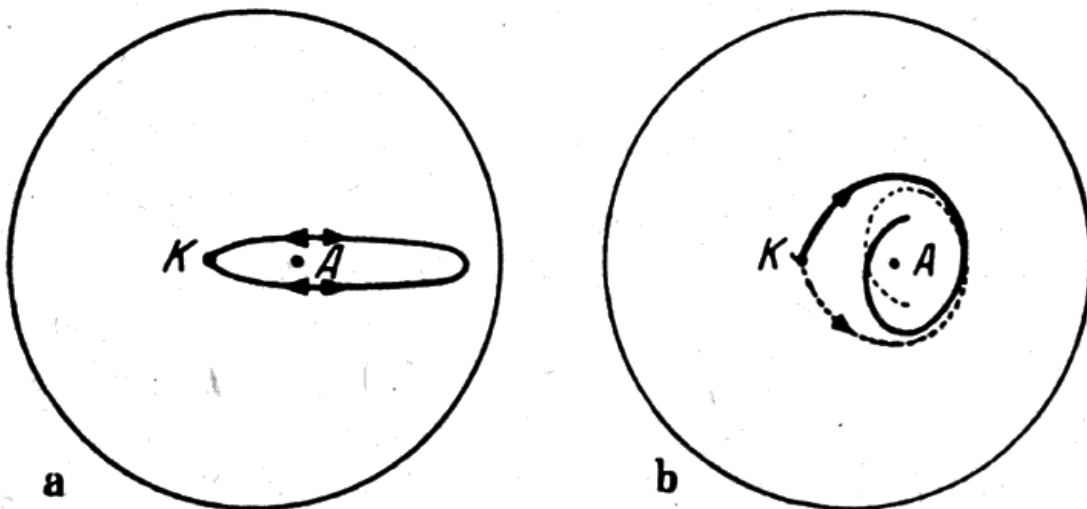


Abb. 195. Geschlossene (a) und nichtgeschlossene Elektronenbahnen (b) in einer Fadenröhre.

Fig 195 Filamentary tube. Closed Electrons paths in (a)
and open electrons paths in (b)

Experimentell bestätigen lassen sich die zwei Umlaufsrichtungen, wenn die Röhre in ein schwaches Magnetfeld gebracht wird, welches die Laufzeiten der Elektronen je nach ihrem Umlaufsinn verlängert oder verkürzt, so daß sich die Welle in die Einzelfrequenzen der rechts und links umlaufenden Elektronen aufspaltet. Auf diese Weise ergab ein Magnetfeld von 2,5 G eine Aufspaltung einer Welle von 172 cm um $\pm 4,5$ cm. Die Erscheinung weist eine gewisse Analogie mit dem optischen Zeemann - Effekt auf.

Zum Schluß mag des Interesses halber noch darauf hingewiesen werden, daß auch nicht gasgefüllte Glühlampen (1) Raumladungsschwingungen, d. h. ultrakurze Wellen von einigen Metern Länge erzeugen können, wobei das negative Ende des Glühdrahtes gegenüber dem positiven Ende als Kathode wirkt. Hierzu werden die Lampen entsockelt, und die beiden Stromzuführungen werden mit einem abstimmbaren Paralleldrahtsystem verbunden. Die im normalen Brennzustand der Lampen mit Gleichspannung auftretenden Schwingungen sind leicht erregbar, aber außerordentlich schwach.

(1) "Osram" 50 K 115V 5. 904 oder "Philips" 110-115/50 X1.

Experiments confirm the two directions of rotation. If the tube is placed in a weak magnetic field, which increases or shortens transit times of electrons according to their rotation sense, then the wave splits into the individual frequencies of right and left orbiting electrons. In this way a magnetic field of 2.5 G showed a 172 cm wave splitting ± 4.5 cm. The phenomenon has some analogy with the optical Zeeman effect.

In closing, it may be noted that non-gas-filled incandescent lamps (1) are able to produce space charge oscillations, that is, produce ultra-short waves of several meters length, taking the negative end of the filament acting as a cathode towards the positive end. To this end, the light bulbs were unsocketed, and the two current leads were connected to a tunable parallel wire system. In normal lamp use with DC voltage, oscillations are easily excitable, but are very weak.

(1) "Osram" 50 K 115V 5. 904 or "Philips" 110-115/50 X1.

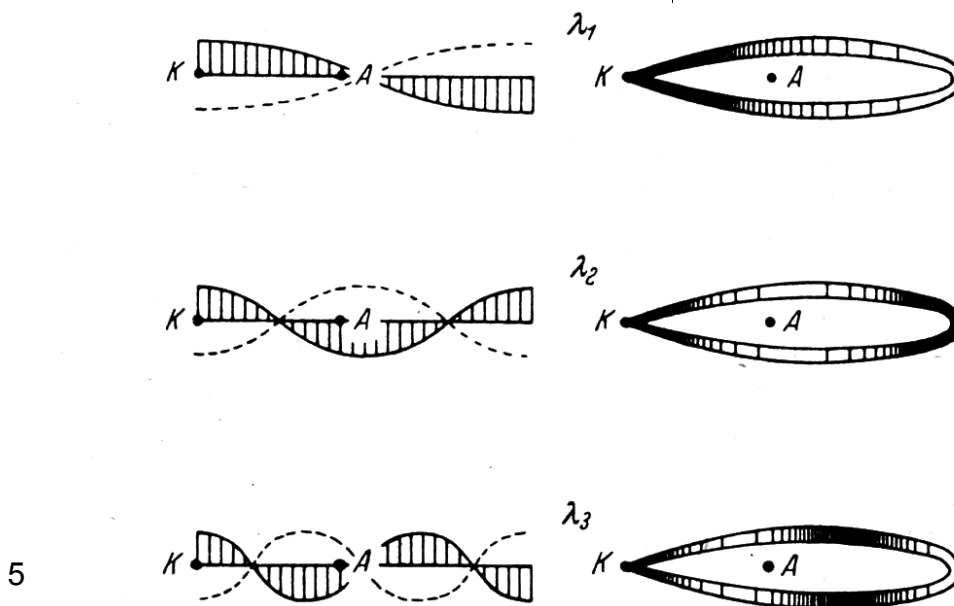


Abb. 196. Oberschwingungen der Raumladung in einer Fadenröhre.

Fig. 196 Harmonics of space charge in a filamentary tube.

H. E. Holmann. Ultrakurze Wellen – Bd. 1, S. 150-153 / Ultra-short waves Vol. 1, pp. 150-153

Translated from German to English with the Google translator, with subsequent editing by Joe Sousa and final clarification by Dr. Dietmar Rudolph.

November 27th 2011.

File kindly hosted by:
www.RadioMuseum.org