

Versuchsanleitungen
zum
Praktikum
Grundlagen der Elektrotechnik

Versuch Nr.:6

Die Röhrendiode



Fachhochschule Fulda
Fachbereich Elektrotechnik
Pf/ Stand: 2/96

Gruppe Nr: _____

Namen: _____ (Protokollant)

Die Röhrendiode

Glühende Metalle emittieren Elektronen. Diese Erscheinung wird beim Bau der Elektronenröhre ausgenutzt.

Die einfachste Elektronenröhre ist die Diode. In einem evakuierten Glaskolben befindet sich die Glühkathode, die Elektronen emittiert, und die Anode, die einen bestimmten Anteil der emittierten Elektronen als Anodenstrom aufnimmt.

Die Emission der Kathode ist eine Funktion der Kathodentemperatur; sie steigt mit wachsender Temperatur. Die austretenden Elektronen haben näherungsweise eine eindimensionale Maxwell'sche Geschwindigkeitsverteilung $\sim e^{-\frac{1}{2}mv^2/kT}$, ihre mittlere kinetische Energie beträgt einige Zehntel eV. Die bereits emittierten Elektronen bremsen wegen der Coulombschen Abstoßung gleichnamiger Ladungen die nachfolgend austretenden ab. Dies führt, ist die Anodenspannung nicht hinreichend groß, zu einem Aufstauen der Elektronen, einer negativen Raumladung, die das Feld zwischen Kathode und Anode u. U. erheblich verzerrt.

Für die Abhängigkeit des Anodenstromes I_a von der Anodenspannung U_a , die Strom-Spannungs-Kennlinie, gibt es vier Bereiche:

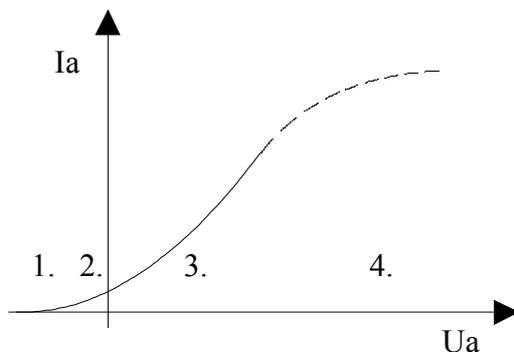


Abb.1:

Strom-Spannungs-Kennlinie einer Diode. Die vier Bereiche sind durch die Nummerierung angedeutet.

1. Sperrbereich:

Anodenspannung negativ, $|U_a| > 1V$. Die emittierten Elektronen werden sämtlich direkt wieder in die Kathode zurückgedrängt, kein Anodenstrom, $I_a = 0$.

2. Anlaufstrombereich:

Anodenspannung negativ, $U_0 < |U_a| < 1V$, U_0 etwa 0,3 bis 0,4 V. Die Gegenspannung ist noch so klein, daß sie nur von den schnelleren Elektronen überwunden werden kann. Sie gelangen zur Anode und führen zu einem meßbaren Anodenstrom

$$I_a = I_0 \cdot e^{-\frac{e|U_a|}{kT}}$$

Die langsameren Elektronen bilden eine Raumladung im Raum zwischen Kathode und Anode. Der Faktor I_0 ist durch das Zusammenwirken von Sättigungsstrom, Raumladung und Kontaktspannung zwischen Kathode und Anode bestimmt.

3. Raumladungsbereich:

Anodenspannung positiv, $0 < U_a < 10V$. Die Raumladung vor der Kathode bleibt noch bestehen, die Elektronen werden von der Anode daraus abgesaugt, der Anodenstrom deshalb neben U_a von der Raumladung bestimmt.

Für diesen Fall gilt die Schottky-Langmuirsche Raumladungsformel:

$$I_a = c \cdot (U_a + U_o)^{\frac{3}{2}}$$

Die $U^{\frac{3}{2}}$ -Abhängigkeit ist charakteristisch für alle Röhren im Raumladungsbereich. Die Konstante

$$c = \frac{4}{9} \varepsilon_o \sqrt{2 \frac{e}{m}} \cdot \frac{A}{d^2}$$

beschreibt die Geometrie der Anordnung.

4. Sättigungsbereich:

Anodenspannung positiv und so groß, daß alle austretenden Elektronen zur Anode abgesaugt werden. Der Anodenstrom ist dann gleich dem Emissionsstrom der Kathode (Sättigungsstrom) und gegeben durch die Richardson-Formel

$$I_a = I_s = A \cdot c \cdot T^2 \cdot e^{-\frac{W}{kT}}$$

mit A = Kathodenfläche, W = Austrittsarbeit, T = absolute Temperatur, k = Boltzmannkonstante.

Aufgaben:

1. Aufnahme der Strom - Spannungskennlinie $I_a = f(U_a)$.
2. Bestimmung des Exponenten in der Schottky - Langmuirschen Raumladungsformel anhand einer doppellogarithmischen Darstellung der Strom - Spannungskennlinie.
3. Aufnahme einiger Arbeitskennlinien $I_a = f(U_b)$ mit den vorliegenden Arbeitswiderständen.
4. Konstruktion einer Arbeitskennlinie $I_a = f(U_b)$ aus der Strom - Spannungskennlinie $I_a = f(U_a)$ für einen geeigneten Arbeitswiderstand.
5. Aufbau einer einfachen Gleichrichterschaltung mit einem Lastwiderstand von 4,7 kOhm und Aufnahme von Strom und Spannung mit dem Oszilloskop. (Als Maß für den Strom nimmt man den Spannungsabfall am Widerstand.)

Durchführung:

Die benutzte Diode EAA 91 ist eine mit 6,3 V geheizte (Kennbuchstabe E) Diode (Kennbuchstabe A) mit zwei voneinander unabhängigen Systemen (Doppeldiode). Im Versuchsaufbau sind beide Systeme parallel geschaltet. Der zulässige Anodenstrom von 18mA darf nicht überschritten werden. Da diese Diode eine Oxidkathode besitzt (der Heizdraht ist mit einer stark emittierenden Oxidschicht überzogen), darf man die Kathode nicht in die Sättigung treiben, die Kathode wird sonst zerstört.

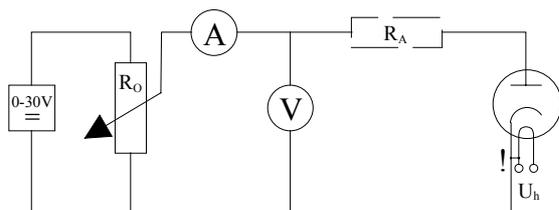


Abb. 2:

Schaltbild zur Aufnahme von Strom-Spannungs- und Arbeitskennlinien einer Röhrendiode.

A	-	Amperemeter
V	-	Voltmeter
U_h	-	Heizspannung (6V)
R_o	-	Schiebewiderstand
R_A	-	Arbeitswiderstand

Die Schaltung wird gemäß Abb. 2 aufgebaut. Die Kennlinien werden mit einem X-Y-Schreiber aufgezeichnet, wobei der Anodenstrom als Spannungsabfall am Amperemeter gemessen wird.

Die Arbeitskennlinie zeigt den Anodenstrom I_a als Funktion der Betriebsspannung U_b . Sie ist um den Spannungsabfall am Arbeitswiderstand größer als die Anodenspannung. Die Arbeitskennlinien sollen auf einem Blatt aufgezeichnet werden. Hierzu ist die Schreibereinstellung geeignet zu wählen.

Für die Konstruktion einer Arbeitskennlinie nimmt man die Diodenkennlinie auf und zeichnet die zum gewählten Widerstand gehörende Widerstandsgerade als Scherungsgerade ein. Addiert man die zu einem Wert des Anodenstromes gehörenden Spannungswerte an Widerstand und Diode, so erhält man den zur Arbeitskennlinie gehörenden Wert. Auf diese Weise kann man die Arbeitskennlinie Punkt für Punkt konstruieren. Dieses Verfahren nennt man seitliche Scherung.

Beim Ausmessen der Gleichrichterschaltung ist darauf zu achten, daß beide Signale am Oszilloskop gegen den gleichen Bezugspunkt gemessen werden.