

Gasgleichrichter

Zunächst ein Ausschnitt aus "Techn.Grundlagen f. Übermittlungsgerätemechaniker" der schweiz. Armee, 1974). Dort ist die grundsätzliche Funktion der Gasgleichrichter gut erklärt:

e) Gasgefüllte Gleichrichterröhren

– Definition

Gasdioden sind Gleichrichterröhren mit geheizter Katode. Als Gasfüllung wird Quecksilberdampf oder Edelgas verwendet.

– Symbole

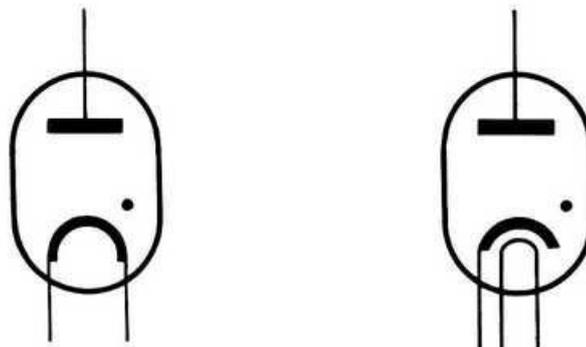


Bild 356

Direkt geheizte Gasdiode

Indirekt geheizte Gasdiode

– Aufbau

Die meisten Gasdioden arbeiten mit einer direkt geheizten Katode. Diese besteht aus einem Heizwendel, welcher mit einem emittierenden Belag versehen ist. Die Katode ist einem intensiven Ionenbeschuss ausgesetzt. Alle positiven Gasionen werden von der negativen Katode angezogen. Diese Ionen würden mit einer grossen Geschwindigkeit auf die Katode prallen, die dabei frei werdende Energie würde die emittierende Schicht der Katode zerstören. Die Katode wird deshalb mit einer Abschirmung versehen, welche die Ionen abhält. Die emittierten Elektronen umgehen diese Abschirmung. In Bild 357 ist der Aufbau einer Gasdiode zu erkennen.

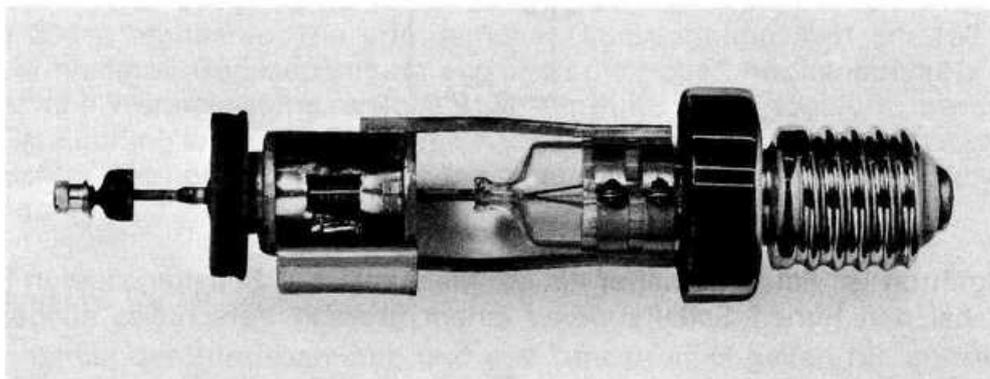


Bild 357

– Wirkungsweise

Die Katode wird geheizt und emittiert Elektronen. Überschreitet die angelegte Spannung die Zündspannung, so setzt die Stossionisation ein. Solange die Anodenspannung unterhalb der Zündspannung bleibt, fliesst in der Röhre nur ein sehr kleiner, unwesentlicher Elektronenstrom, da die emittierten Elektronen dauernd auf Gasmoleküle stossen und dadurch stark abgebremst werden. Erst bei Erreichen der Zündspannung wird die Elektronengeschwindigkeit so gross, dass die Ionisierung des Gases eingeleitet wird. Die von der Katode angezogenen positiven Ionen verhindern die Entstehung einer Raumladung, deshalb steigt der Anodenstrom der Gasdiode im Gegensatz zur Vakuumdiode bei Erreichen der Zündspannung schlagartig an.

Bild 358 zeigt den Unterschied zwischen den Kennlinien einer Gasdiode und einer Vakuumdiode.

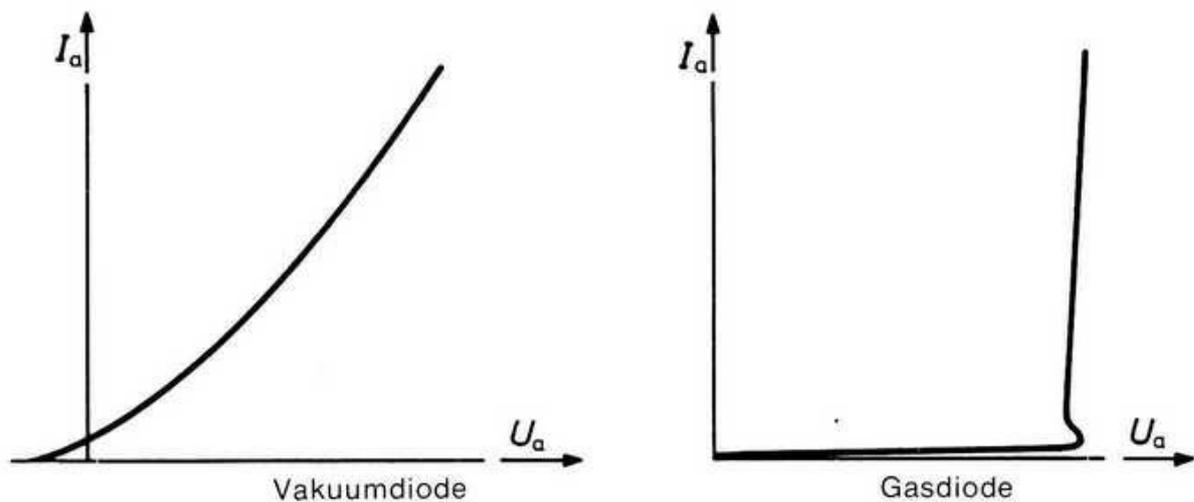


Bild 358

Da an der Stromleitung ausser den Elektronen auch noch Ionen beteiligt sind, ergibt sich ein sehr kleiner Innenwiderstand, wodurch eine Strombegrenzung notwendig wird. Im Anodenkreis der Gasdiode befindet sich deshalb immer ein ohmscher oder ein induktiver Widerstand. Über der Röhre fällt die Bogenspannung ab, diese beträgt bei Quecksilberdampföhren etwa 15 V.

Das Arbeitsverhalten von Quecksilberdampföhren wird stark vom Gasdruck in der Röhre beeinflusst. Die Röhrentemperatur wiederum ist mitbestimmend für den Gasdruck. Röhren für grössere Leistungen müssen deshalb vorgewärmt werden. Zu diesem Zweck wird die Heizspannung vor der Anodenspannung an die Röhre gelegt. Die Vorwärmung dauert einige Minuten. Oft wird die Anodenspannung über ein Relais verzögert eingeschaltet.

– Beispiel

Eine Gasdiode wird als Gleichrichterröhre zur Ladung von Akkumulatoren eingesetzt. Bild 359 zeigt die Prinzipschaltung.

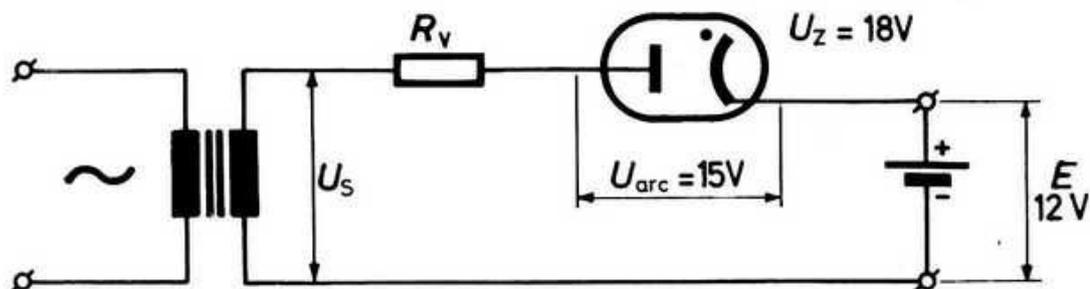


Bild 359

Die Anlage ist für 12 V dimensioniert. Die Zündspannung der Röhre beträgt 18 V, die Brennspannung 15 V. Der Transformator ist so zu dimensionieren, dass die Röhre sicher zündet. Die Sekundärspannung des Transformators ist zu bestimmen. Es ist zu untersuchen, während welcher Zeitdauer innerhalb der positiven Spannungskurve die Röhre Strom liefert und wie gross die Sperrspannung über der Röhre wird.

Vorgehen:

1. Schritt: Bestimmen der notwendigen Sekundärspannung

– Bedingung: Die Sekundär-Spitzenspannung muss grösser sein als die Summe von Zündspannung der Röhre und E.M.K. der Batterie.

– Bedingung in eine Formel kleiden

$$U_{s_s} > U_z + E$$

Zur sicheren Zündung wählen wir einen Sicherheitsfaktor von 1,2. Dieser wird in die Formel einbezogen:

$$U_{s_s} = 1,2 (U_z + E)$$

– Formel für den Effektivwert auslegen:

$$U_s = \frac{1,2 (U_z + E)}{\sqrt{2}}$$

– Zahlenwerte einsetzen und ausrechnen

$$U_s = \frac{1,2 (18 + 12)}{\sqrt{2}}$$

$$U_s = 25,46 \text{ V}$$

2. Schritt: Bestimmen der Stromflussdauer
 – Die Ermittlung erfolgt graphisch nach Bild 360:

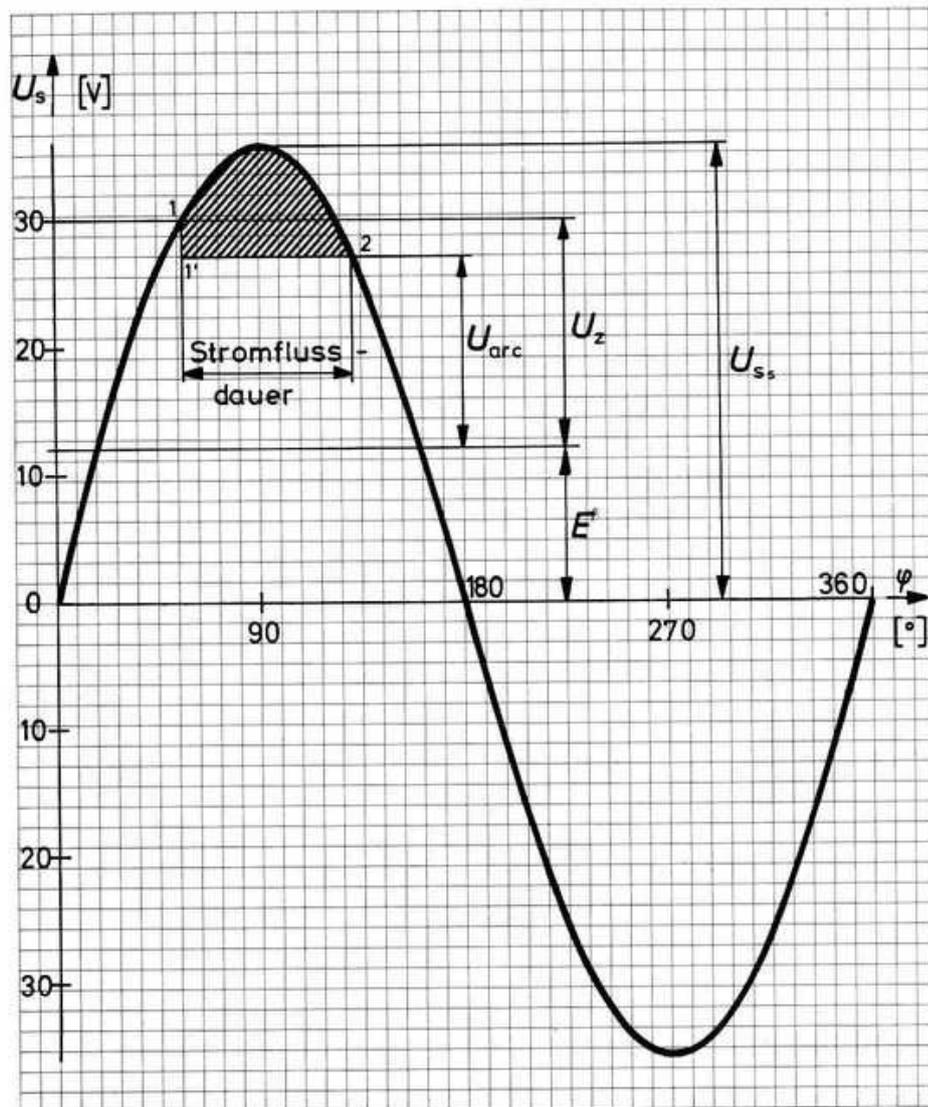


Bild 360

- Aufzeichnen der Sekundärspannung des Transformators
- Einzeichnen der E.M.K. E der Batterie
- Addition von Zündspannung und E.M.K. im Diagramm
- Addition von Brennspannung und E.M.K. im Diagramm
- Konstruktion der Fläche, welche dem Stromfluss entspricht.

Im Zündmoment Punkt 1 fällt die Spannung über der Röhre auf die Brennspannung ab (Punkt 1'). Sinkt die angelegte Spannung unter den Wert der Brennspannung ab, so erlischt die Röhre (Punkt 2). Da die E.M.K. der Batterie während der positiven Halbwelle gegen die Transformatorspannung

gerichtet ist, werden in der graphischen Darstellung Zünd- und Brennspannung um den Betrag der E.M.K. nach oben verschoben. Die Zeichnung zeigt, dass nur während einer kurzen Zeit ein Strom fließt. Die schraffierte Fläche ist klein im Verhältnis zur positiven Halbwelle, sie deutet auf einen geringen Stromfluss hin. Will man den Ladestrom vergrößern, so muss man die Sekundärspannung des Transformators erhöhen.

3. Schritt: Ermitteln der Sperrspannung

– Bedingung: Während der negativen Halbwelle liegt an der Röhre die Sperrspannung. Diese setzt sich aus der E.M.K. der Batterie und dem Spitzenwert der negativen Halbwelle zusammen.

– Bedingung in eine Formel kleiden:

$$U_{\text{sperr}} = U_{\text{ss}} + E$$

– Zahlenwerte einsetzen und ausrechnen

$$U_{\text{sperr}} = 25,5 \cdot \sqrt{2} + 12$$

$$U_{\text{sperr}} = 48 \text{ V}$$

Das Zustandekommen der Sperrspannung ist aus Bild 361 ersichtlich.

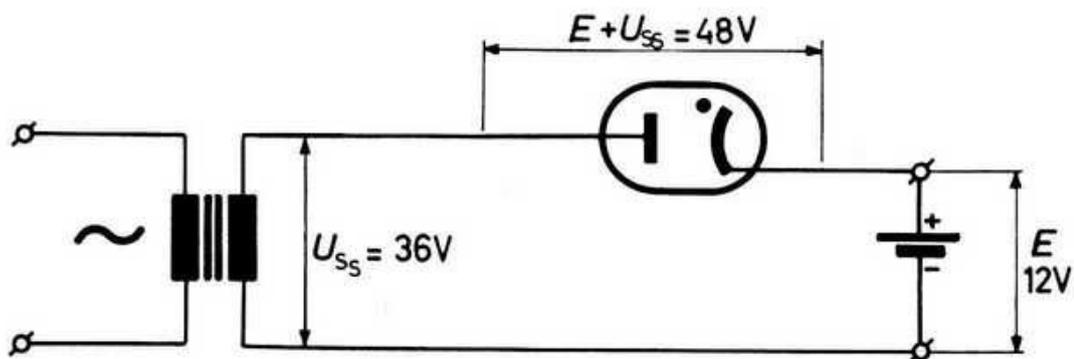


Bild 361

Schlussfolgerungen für die Prüfung mit dem RoeTest:

Wie aus vorstehenden Ausführungen ersichtlich, steigt der Anodenstrom ab einer gewissen Anodenspannung (Zündspannung) sprunghaft an. Der Anodenstrom muss also begrenzt werden.

Eine normale Messung mit dem RoeTest ist nicht möglich. Dies würde höchstens bei ganz kleinen Gasgleichrichtern, bei denen Zündspannung und Spannungsabfall im Betrieb nahe beieinanderliegen - im manuellen Modus - funktionieren. Die Anodenspannung muss hier aber sofort nach dem Zünden auf ein verträgliches Maß zurückgeregelt werden.

Ansonsten sind Gasgleichrichter **immer mit einem passenden Vorwiderstand** zu betreiben. Dieser "passende" Vorwiderstand muß im Einzelfall extrem belastbar sein, so dass der Betrieb eines Gasgleichrichters mit dem RoeTest evtl. mangels passendem Widerstand ausscheidet. Nehmen wir z.B. eine CK1006: Die Röhre kann mit und ohne Heizung gezündet werden, wobei der unbeheizte Betrieb wegen der Zündspannung von 650 V von vornherein ausscheidet. Im beheizten Modus hat die Röhre noch eine Zündspannung von 450 V. Dies wäre mit dem RoeTest noch darstellbar. Hat die Röhre gezündet, so fallen über die Röhre lt. Datenblatt etwa 25V Spannung ab. Der max. Strom darf 200 mA betragen. Daraus ergibt sich folgende Rechnung:

Anodenbetriebsspannung 450V - Spannungsabfall über Röhre 25 V = zu vernichten 425V

Bei 200 mA wäre ein Vorwiderstand von $425\text{V} : 0,2\text{ A} = 2125\text{ Ohm}$, also etwa 2 KOhm, nötig. Dies ist noch kein Drama, aber:

$$0,2\text{A} * 425\text{V} = 85\text{W}$$

Der Widerstand müsste eine Leistung von mindestens 85 Watt haben! So dicke Widerstände hat man normalerweise nicht parat. Die Prüfung dicker Gasgleichrichter dürfte deshalb ausscheiden. Bei kleineren Gasgleichrichtern wäre die Prüfung dagegen realistisch.

Der Widerstand wäre extern zwischen Anodenspannung und Anode der Röhre einzufügen. Im manuellen Modus muss dann die Röhre erst beheizt und dann die Spannung langsam hochgeregelt werden, bis die Röhre zündet. Vorsicht: Röhre nicht überlasten, Spannung notfalls zurückregeln (oder von vorneherein einen etwas größeren Widerstand verwenden, damit der maximale Strom von Röhre und RoeTest nicht überschritten wird).

Die Brennspannung, also die Spannung die über die Röhre abfällt, kann dann berechnet werden, da der Vorwiderstand ja bekannt ist. Einfacher ist es aber, die Brennspannung mit einem Multimeter zu messen (zwischen Anode und Kathode).

Achtung: Niemals größere Gasgleichrichter ohne Vorwiderstand betreiben. Bei Zündung des Gasgleichrichters entsteht impulsartig ein sehr hoher Strom und Überspannung, die sowohl den Gasgleichrichter, als auch das RoeTest beschädigen können.

Realisation im RoeTest:

Für Gasgleichrichter gibt es eine eigene Röhrenart. Dort ist festgelegt, dass die Prüfung im „manuellen Modus mit Vorwiderstand erfolgt.“

The screenshot shows the RoeTest software interface. The top window displays 'measured parameters' with eight analog-style meters for UH, UA, U, U, IH, IA, I, and Ua, all showing 0.00. The bottom window is in 'manual mode with series resistor' and shows three vertical sliders for Filament F2 (2,50), anode (300,0), and G1 (0,000). It includes a 'special mode' warning about a series resistor and a table of pin connections for a 'Gasgleichrichter' tube system.

pin no	=	typical values:
1	F1	Ua [V]: 300,0
2		Ug1[V]: 0,00
3		Ia [mA]:
4	F2	Uh [V]:
5		Ih (A): 27,000
6		
7		
8		
9		Uh [V]: 2,5
10	A	Ih [A]: 5

Der Vorwiderstand ist **zwischen Buchsen 9 und 10** des RoeTest anzuschließen. Bei einer 866A wäre das ein Vorwiderstand mit 10 Kohm/25W.

Und noch ein weiterer Tipp:

Viele Gasgleichrichter enthalten Quecksilber. Quecksilber ist sehr **giftig**. Bricht ein Gasgleichrichter tritt das Quecksilber aus. Es verteilt sich nicht nur am Boden, sondern kann auch verdampfen. Also Vorsicht mit diesen Dingern. Ich persönlich meide sie und habe nur ganz wenige in meinem Bestand.