Aufladezeit (bei e-förmigem Spannungsanstieg)

$$t_A = R \cdot C \cdot \ln \frac{U_0 - U_L}{U_0 - U_z}$$

(sec) (Ω) (F) (V)

Entladezeit (bei e-förmigem Spannungsabfall)

$$t_E = R_i \cdot C \cdot \ln \frac{U_z}{U_L}$$

(sec) (Ω) (F) (V)

Wird ein Begrenzungswiderstand verwendet, so ist an die Stelle von R_i die Summe aus R_i und R_s zu setzen.

Gesamte Periodendauer

$$t = R \cdot C \cdot \ln \frac{U_0 - U_L}{U_0 - U_z} + R_i C \ln \frac{U_z}{U_L}$$

Da die Entladezeit gegen t_A klein ist, kann man für annähernde Berechnung das letzte Glied fortlassen (R_i ist sowieso meist unbekannt oder schwer zu ermitteln).
Zünd- und besonders Löschspannung sind Schwankungen unterworfen, die Vorausberechnung der Kippfrequenz ist dadurch nicht sehr genau. Es ist für überschlägige Berechnungen durchaus angängig, wenn die Sägezahnflanken als linear angesehen werden.

Frequenz (bei Annahme linearer Flanken: Fehler $< 1\%$)

$$f = \frac{U_0 - K}{C \cdot R \cdot U_K} \quad \text{(Hz, V, F, } \Omega\text{)}$$

U_k = Kippspannungsamplitude $U_z - U_L$ (V),

$K = \frac{U_z - U_L}{2}$ (V).

Aufladezeit (bei Verwendung einer Ladepentode)

$$t_A = \frac{C \cdot U_K}{i_L}$$

i_L = Ladestrom durch Pentode,
C = Ladekapazität plus Kapazität von Röhre und Schaltung.

(sec) (F)(V)(A)

Frequenz

$$f = \frac{i_L}{C \cdot U_K} + \frac{1}{R_i \cdot C \cdot \ln \frac{U_z}{U_L}}$$

Für angenäherte Berechnung kann das letzte Glied fortgelassen werden.

Verlauf der Kippspannung in Abhängigkeit von der Frequenz

Die Brennspannung einer Glimmröhre ist nach relativ kurzer Einbrenndauer konstant (Stabilisator). Die Zündspannung kann um $\pm$ 5% schwanken. Wird die Glimmröhre in kurzen Zeitabständen gezündet und gelöscht (Wechselspannungsbetrieb), so nehmen Zünd- und Löschspannung konstantere Werte an. Beide ändern sich jedoch mit der Frequenz; die Differenz wird mit steigender Frequenz geringer **(Bild 13)** (abgesehen von einem geringen Anstieg im Gebiet tiefer Frequenzen). Grund: Die Entladungspausen sind zu kurz, um eine vollständige Entionisierung der Glimmlampe zu erreichen. Über einer gewissen Frequenz erlischt die Glimmentladung nicht mehr, eine Kippschwingungserzeugung ist nicht mehr möglich. Diese Grenze ist vom Aufbau der Glimmröhre und von der Gasfüllung abhängig.

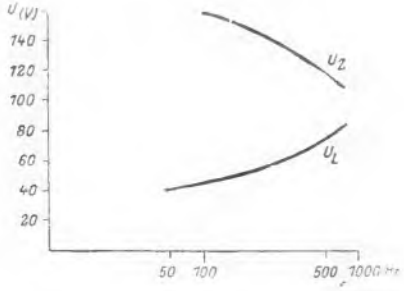


Bild 13. Veränderung von Zündspannung und Löschspannung bei Änderung der Frequenz

Tabelle 2. Kippröhren und Glimmrelais

Typ	Zündspannung etwa V	Löschspannung etwa V	Maximale Kippfrequenz Hz	Art
UR 110	80	70	5000	Universalglimmröhre
KR 100	90	80	5000	Aufbau ähnlich UR 110
KR 150	150	80	50	
KR 300	350	160—180	1200	Kipp-Glimmrelais mit synchronis. Elektrode. Spannung an der Zündelektr. etwa 200 V
KRE 3	je nach Schaltung		etwa 10 kHz	Kipp-Glimmrelais
Glimmrelais (DGL)	300	150	—	Primärstromstärke 10^{-8} A Sekundärstromstärke 40 mA

F. Modulation von Glimmröhren

Glimmlampen sind modulierbar, und zwar nach zwei Komponenten hin:

1. Modulation der Größe der vom negativen Glimmlicht bedeckten Fläche, **Bedeckungsmodulation.** Arbeitsgebiet: Normaler Katodenfall, Katode nur teilweise mit Glimmlicht bedeckt.
2. Modulation der Helligkeit, **Intensitätsmodulation.** Arbeitsgebiet: Anomaler Katodenfall, Katode vollständig mit Glimmlicht bedeckt.

Die Trägheit des Glimmlichtes ist relativ groß. Sie liegt für den Aufbau der Entladung bei etwa 10^{-6} sec, für das Erlöschen bei 10^{-4} bis 10^{-5} sec (Abbauzeit der Raumladung!). Anwendung daher auf Nf-Bereich beschränkt. Glimmlampen mit positiver Säule sind weniger träge und ergeben höhere Leuchtintensität. An sich ist jede Glimmlampe modulierbar. Für die verschiedenen Anwendungsbereiche sind jedoch Spezialtypen geschaffen worden.

Anwendungsbeispiele für Bedeckungsmodulation

Abstimmanzeiger

Bild 14 zeigt schematisch eine dafür geeignete Glimmlampe. Die Hilfszündanode bewirkt eine Vorionisation und damit ein Zusammenfallen von Zünd- und Löschspannung. Die Anodenspannung kann beliebig weit sinken, ohne daß die Röhre völlig erlischt.



Bild 14. Glimmröhre für Abstimmanzeige

Die lange, stabförmige **Katode** trägt die Glimmbedeckung, deren Längsausdehnung ein Maß für den Glimmstrom bzw. die Spannung ist. Häufig ist die Katode so gestaltet, daß bei kleinen Strömen die Glimmbedeckung schneller zunimmt als bei großen, um bei kleinen Amplituden eine prozentual gleich genaue Anzeige zu erhalten. **Bild 15** zeigt den