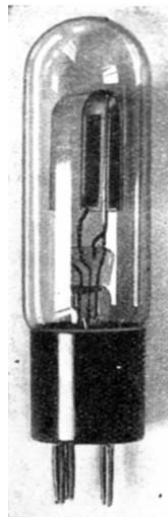


Konstante Spannungen durch Glättungsröhre und Stabilisator

Konstante Spannungen werden auf den verschiedensten Gebieten der Rundfunk-, Kurzwellenempfangs- und Sendetechnik sowie insbesondere der Meßtechnik benötigt; gerade die Meßtechnik hat das Problem der Spannungsstabilisierung in vorderster Linie gerückt. Die Spannungsstabilisierung mit Hilfe von Glümröhren stellt heute die weitaus wichtigste Maßnahme zur Unterbindung von Netzspannungsschwankungen dar; auf sie wollen wir uns deshalb beschränken. Für die Spannungsstabilisierung mit Glümröhren ist es vollkommen belanglos, ob die Spannungsänderungen auf schwankende Netzspannung oder auf wechselnde Belastung in einem Gerät zurückzuführen sind. Haben wir es mit nur kleineren Schwankungen zu tun, so genügt oft die Parallelschaltung einer kleineren Glümröhre, um die Spannung zu stabilisieren; dagegen müssen bei sich in unangenehmer Weise bemerkbar machenden größeren Schwankungen eigens

konstruierte Spezialröhren verwendet werden. Es kommen hier hauptsächlich zwei Arten dieser Spezialröhren in Frage, die unter dem Namen „Glättungsröhre“ und „Stabilisator“ im Handel erhältlich sind. Die einfachere und billigere von ihnen ist die Glättungsröhre, die eine feste, konstante Verbraucherspannung von etwa 150 Volt und einen größten Strom von 63 mA liefert.

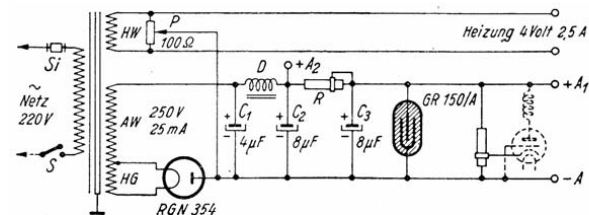
Der Stabilisator liefert im Gegensatz zur Glättungsröhre außer einer festen konstanten Höchst-Verbraucherspannung von + 210 Volt noch zwei konstante und voneinander unabhängige Teilspannungen von + 140 und + 70 Volt. Eine weitere Glümmantladungsstrecke kann noch für mehrere Gittervorspannungen ausgenutzt werden. Beide Typen sollen nachstehend in ihrem Aufbau, ihrer Wirkungsweise und ihrer praktischen Anwendung im Netzanschlußgerät behandelt werden.



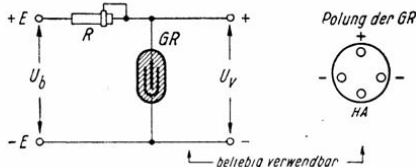
Die Glättungsröhre im Netzanschlußgerät.

Die Spannungsstabilisierung mit Hilfe von Glättungsröhren stellt die einfachste und billigste Lösung des Stabilisierungsproblems dar. Die Glättungsröhren sind in der Lage, Netzspannungsschwankungen sowie durch wechselnde Belastung bedingte Spannungsänderungen zu stabilisieren. Die jeweils entnehmbaren Verbraucherspannungen hängen dabei von der Betriebsspannung und dem betreffenden Glättungs-Röhrentyp ab. Am häufigsten verwendet wird die Glättungsröhre GR 150/A bzw. GR 150/DA (mit Hilfsanode) für eine entnehmbare Spannung von etwa 140 Volt und eine Stromentnahme von max. 60 mA bei einer kleinsten Betriebsspannung von 200 Volt. Der Ruhestrom dieser Röhre beläuft sich auf 5 mA.

Die Schaltung dieser Röhre ist aus ihrer Anordnung im Netzanschlußgerät nach Bild 1 ersichtlich. Dieses Netzanschlußgerät arbeitet mit Einweggleichrichtung und ist für Empfänger- und Frequenzmesserspeisung sowie zur Stromversorgung kleinerer Meßgeräte bestimmt. Es hat unter Berücksichtigung der kleineren abgegebenen Leistung den großen Vorzug der Billigkeit, da es sich



Oben Bild 1. Netzanschlußgerät, mit GR150/A stabilisiert, zur Speisung von Empfängern, Frequenzmessern und kleineren Meßgeräten.



Rechts: Bild 1a. Prinzip- und Sockelschaltung der GR-Röhre

vorwiegend aus VE-Teilen aufbauen läßt. An HW wird die Heizung für die Elektronenröhren entnommen; zur Entbrummung dient der Spannungsteiler P. An HG liegt der Heizfaden der Gleichrichterröhre, an AW die gleichzurichtende Anodenspannung von 1 x 250 Volt (es kann ein VE-Transformator mit folgenden Werten verwendet werden: 1x250 Volt eff. Anodenwechselspannung; 4 Volt, 2,5 Amp. Heizstrom für die Elektronenröhren; 4 Volt, 0,3 Amp. Heizstrom für den Gleichrichter). Die von der Gleichrichterröhre gelieferten positiven Halbwellen werden dem Ladekondensator C₁ zugeführt, der seine Ladung über D, C₂, R und C₃ an die Glättungsröhre und nach erfolgtem Spannungsausgleich an die Klemmen +A und -A abgibt. Die am Ladekondensator liegende Gleichspannung ist stark oberwellenhaltig und verursacht das störend empfundene Netzbrummen. Zur Unterbindung dieses Brummens dient der Siebteil, bestehend aus D, C₂, R und C₃; ihm fällt die Aufgabe zu, den vom Netzgleichrichter gelieferten Gleichstrom von noch überlagernden Wechselstromresten zu befreien (Größe der Siebdrossel: Gleichstromwiderstand 500 Ohm,

15 bis 20 Henry, 100 mA). Bei der Wahl der Siebdrossel soll man auf einen hohen Wechselstromwiderstand bedacht sein, der für die Siebung von Bedeutung ist und sich nach Formel $4 \times f$ (Brummspannung in Hz, hier 50 Hz) $\times L$ (Selbstinduktion der Drossel in Henry, hier 15–20 Henry) errechnet. Der Wechselstromwiderstand mit oben angenommenen Werten würde sich bei unserer Drossel auf $4 \times 50 \times 20 = 4000$ Ohm belaufen. Die Größen der Lade- und der Siebkondensatoren sind im Schaltbild angegeben; es kommen Elektrolytkondensatoren entsprechender Kapazität zur Anwendung.

Da die Glättungsröhre nicht unmittelbar an Spannung gelegt werden darf, ist ein Vorwiderstand zu verwenden. In Bild 1 ist es der Widerstand R, der nach folgender Formel bemessen wird:

$$R_{\Omega} = \frac{U_b - U_v}{I_v + I_r}$$

Als Betriebsspannung wird U_b, als Verbraucherspannung U_v eingesetzt. I_v bedeutet die Verbraucherstromstärke, I_r die Ruhestromstärke. Dieser Vorwiderstand ist deshalb so wichtig, weil ohne ihn sich die Stromquelle infolge des unbegrenzten Stromanstieges kurzschließen und auch die Röhre zerstören würde. Da zu dem Vorwiderstand selbstverständlich auch der ohmsche Widerstand der Siebdrossel und der innere Widerstand des Gleichrichters (bei AZ1 z. B. 500 Ohm) gehören, sind diese in die Berechnung miteinzubeziehen, d. h. diese Werte sind von dem nach obiger Formel errechneten Widerstandswert abzuziehen.

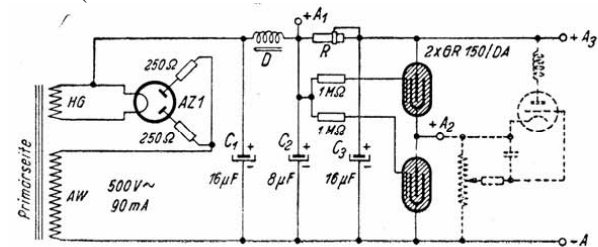
Beispiel: Welchen Vorwiderstand benötigt die Glättungsröhre GR 150/A bzw. GR 150/DA mit U_b = 500 Volt und I_r = 5 mA bei U_v von 145 Volt und I_v von 20 mA?

Lösung: In die Formel sind die Spannungen in Volt und die Ströme in Amp. (1 mA = 0,001 Amp.) einzusetzen.

$$R = \frac{500 - 145}{0,005 + 0,020} = 14200 \text{ Ohm.}$$

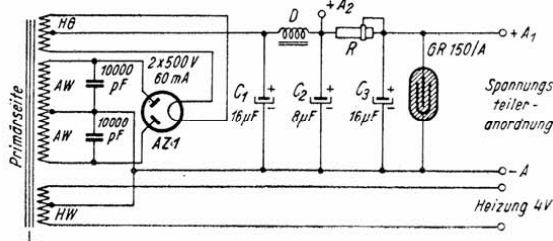
Von diesen 14200 Ohm werden nun der ohmsche Widerstand (Gleichstromwiderstand!) der Siebdrossel von (angenommen) 1000 Ohm nebst dem inneren Widerstand des Gleichrichters von (angenommen) 500 Ohm (AZ1), insgesamt also 1500 Ohm, abgezogen. Bei Annahme dieser Zahlen würde sich also der endgültige Widerstandswert auf $14200 - 1500 = 12700$ Ohm belaufen. Da eine gewisse Auf- bzw. Abrundung jederzeit gestattet ist, wird man versuchen, zu im Handel erhältlichen Werten zu gelangen. Praktisch ist es auf jeden Fall, diesen Vorwiderstand als Spannungsteiler auszubilden, da auf diese Weise noch eine regelbare Spannungsentnahme erreicht wird. Es sind drahtgewickelte Widerstände hoher Belastbarkeit zu wählen, bei starker Stromentnahme gegebenenfalls ein Eisenwiderstand. Die Belastbarkeit ergibt sich aus Formel: $(U_b - U_v) \cdot (I_v + I_r)$ in Watt, wenn die Spannungen in Volt und die Ströme in Ampere eingesetzt werden.

Unser errechneter Widerstand müßte demnach eine Belastung von $(500 - 145) \cdot (0,005 + 0,020) = 8,875$ Watt aushalten. Man wird aufgerundet einen Widerstand von 10 Watt Belastbarkeit wählen. Als kleinste Betriebsspannung sollte man in jedem Falle 250 Volt annehmen, da bei höher werdender Spannung und damit bei steigendem Widerstandswert die Glättungswirkung erheblich zunimmt.



Links: Bild 2. Netzanschlußgerät für hohe Spannungsentnahme, mit 2xGR150/DA in Reihe stabilisiert.

Rechts: Bild 3. Netzanschlußgerät, stabilisiert mit GR150/A, zur Speisung von Empfängern, Frequenzmessern sowie mittleren und größeren Meßeinrichtungen



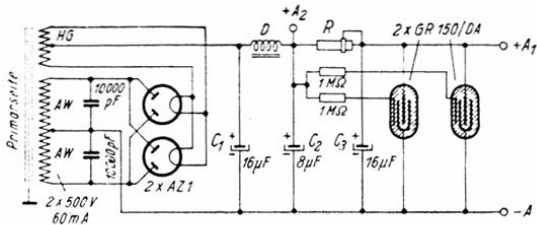
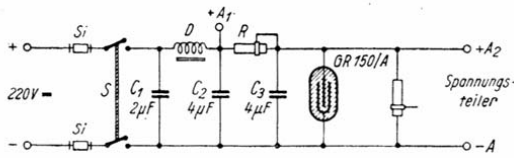


Bild 4. Netzanschlußgerät für hohe Stromentnahme unter Parallelschaltung zweier GR150/DA

Bild 5. Mit GR150/A stabilisiertes Gleichstrom-Netzanschlußgerät



Hinter diesem Vorwiderstand liegt der Siebkondensator C_3 der Glättungsröhre parallel. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß damit R noch innerhalb der Siebkette liegt und somit zur Steigerung der Glättung beiträgt. Als Glättungsröhre fand der Typ GR150/A Verwendung.

Parallel zur Ausgangsspannung kann schließlich noch ein Spannungsteiler gelegt werden, um gemäß der gestrichelten Anordnung noch eine negative Gittervorspannung zu erhalten. Soll z. B. die Endröhre im Empfänger mit einer höheren Spannung, als sie die Ausgangsspannung darstellt, versorgt werden, so empfiehlt sich die Abnahme einer höheren Spannung unmittelbar hinter der Siebdrossel. Die Endröhre kann damit unbedenklich gespeist werden, da die geglättete Spannung hauptsächlich von dem Audion benötigt wird.

Soll mit der Einweggleichrichtung eine höhere Stromentnahme erreicht werden, so empfiehlt es sich, eine Doppelwegröhre AZ1 als Einweggleichrichter unter Parallelschaltung beider Anoden zu ver-

wenden. Um eine gleichmäßige Belastung beider Anoden zu erreichen, wurden in die Anodenleitungen Schutzwiderstände von je 250 Ohm geschaltet. Mit dieser Anordnung kann eine Stromentnahme von 90 mA erfolgen, bei einer Gleichspannung von etwa 500 Volt. Die höchstzulässige Strombelastung erreicht dabei nur $\frac{3}{4}$ des Wertes bei der normalen Doppelweggleichrichtung.

Wenn der Verbraucher höhere Spannungen als 145 Volt benötigt, so können zur Stabilisierung zwei Glättungsröhren in Reihe geschaltet werden (Röhren mit Hilfsanoden; Bild 2). Dabei können drei verschiedene Spannungen abgenommen werden, und zwar an $+A_1$, $+A_2$ und $+A_3$. Im übrigen ist hier eine weitere Möglichkeit der negativen Gittervorspannungsentnahme angeführt worden. Vorteilhafter ist es natürlich, das Netzanschlußgerät mit Doppelweggleichrichtung zu versehen, da diese beide Halbwellen des Wechselstromes zur Bildung der Gleichspannung heranzieht. Außer dem Vorteil der größeren Leistungsfähigkeit ist ein geringerer Aufwand an Siebmitteln zu verzeichnen.

Eine solche Schaltung zeigt Bild 3. Mit diesem Gerät können wir schon größere Empfänger und Meßeinrichtungen mit Strom versorgen, läßt es doch eine Stromentnahme von max. 60 mA bei 500 Volt Gleichspannung zu. Werden dagegen noch größere Leistungen gefordert, so müssen wir größere Röhren verwenden, und zwar im Netzgleichrichter wie auch in der Stabilisierung.

Eventuell können aber auch Röhren des gleichen Typs parallel geschaltet werden, und zwar z. B. im Netzteil $2 \times$ GR150/DA. Bei der Parallelschaltung von Glättungsröhren verwendet man solche mit Hilfsanoden, um ein Verlöschen der Glättungsröhre zu verhindern (Bild 4).

Um zu zeigen, wie Glättungsröhren in Gleichstrom-Netzanschlußgeräten verwendet werden, sei auch hierfür ein Schaltbild angegeben. Allgemein ist dazu zu sagen, daß Glättungsröhren in Gleichstrom-Netzanschlußgeräten verwendet werden können, solange die Gleichspannung hinter der Siebdrossel noch mindestens 180 Volt beträgt (Bild 5).

Hans Großmann.