

## 2. Der Kondensator als Vorwiderstand im Heizkreis

Die Benutzung eines Kondensators als Vorwiderstand im Heizkreis ist nur bei Wechselstrombetrieb möglich, bringt dann aber eine erhebliche Einsparung des Betriebsstromes. Die hierzu verwendeten Kondensatoren müssen unbedingt erstklassig sein, am besten nimmt man Kondensatoren mit 1000 oder 1500 Volt Prüfspannung. Elektrolyt-Kondensatoren sind hierfür nicht brauchbar. Die prinzipielle Schaltung eines Heizkreises mit Kondensator als Vorwiderstand zeigt Bild 4.

Die Skalentampe im Heizkreis ist hier unbedingt zu empfehlen, da sie bei einem eventuellen Durchschlag des Kondensators infolge ihrer geringen Wärmeträgheit

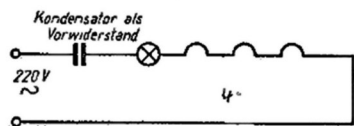


Bild 4 Kondensator-Heizung

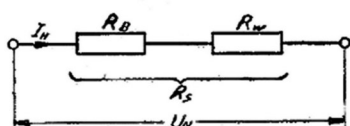


Bild 5 Ersatzschaltung zur Kondensator-Heizung

vor den Röhren durchbrennt und so als Sicherung wirkt. Damit sie nun andererseits nicht schon durch den verhältnismäßig großen Ladestromstoß beim Einschalten zerstört wird, wählt man ihre Strombelastung etwa 30% höher als die der Röhren. Z. B. nimmt man in einem Heizkreis, in dem 70 mA fließen, eine Skalentampe von 100 mA.

Bei der Kondensatorheizung ist etwas Grundsätzliches zu beachten: Der Kondensator stellt einen Blindwiderstand dar, während die Heizfäden reine Wirkwiderstände sind. Um den Gesamtwiderstand einer Reihenschaltung von Wirk- und Blindwiderständen zu erhalten, müssen nach den Grundregeln der Elektrizitätslehre diese geometrisch addiert werden.

Bild 5 zeigt das Ersatzschaltbild einer solchen Reihenschaltung, wie sie bei dem hier beschriebenen Heizkreis gültig ist.  $U_N$  ist die Netzspannung,  $J_H$  der Heizstrom. Der Wirkwiderstand  $R_W$  stellt die Summe aller Heizfädenwiderstände (einschließlich den der Skalentampe) dar und  $R_B$  den Blindwiderstand des Kondensators, der sich nach der bekannten Formel  $R_B = \frac{1}{\omega C}$  errechnet.

Für die übliche Netzfrequenz von 50 Hz vereinfacht sich diese Formel zu:

$$R_B = \frac{3,18}{C} \text{ k}\Omega \text{ bzw. } C = \frac{3,18}{R_B} \text{ }\mu\text{F.}$$

Der Gesamtwiderstand des Heizkreises ist der Scheinwiderstand  $R_S$  (Scheinwiderstand, da es sich um die Summe eines Wirk- und eines Blindwiderstandes handelt). Für seine Größe gelten die beiden Beziehungen:

$$R_S = \frac{U_N}{J_H} \text{ und } R_S = \sqrt{R_W^2 + R_B^2}.$$

Der Rechengang sei an einem praktischen Beispiel gezeigt. In einem Empfänger mit der Röhrenbestückung VCL11 und VY2 soll der Vorwiderstand des Heizkreises durch einen Kondensator ersetzt werden bei einer Netzspannung  $U_N$  von 220 V. Der Heizstrom  $J_H$  der V-Röhren beträgt 50 mA. Wir wählen daher eine Skalentampe von 75 mA/6 V. Die beiden Röhren und die Skalentampe liegen in Reihe, sie bilden den Wirkwiderstand des Heizkreises.

$$\text{VCL 11 : } U_H = 90 \text{ V, } J_H = 50 \text{ mA, } R = \frac{U_H}{J_H} = \frac{90}{50} = 1,8 \text{ k}\Omega$$

$$\text{VY 2 : } U_H = 30 \text{ V, } J_H = 50 \text{ mA; } R = \frac{30}{50} = 0,6 \text{ k}\Omega$$

$$\text{Skalentampe : } U_N = 6 \text{ V, } J_H = 75 \text{ mA, } R = \frac{6}{75} = 0,08 \text{ k}\Omega$$

$$R_W = 2,48 \text{ k}\Omega.$$

Der Gesamtwiderstand  $R_S$  des Heizkreises ergibt sich aus der Netzspannung  $U_N$  und dem Heizstrom  $J_H$ .

$$R_S = \frac{U_N}{J_H} = \frac{220}{50} = 4,4 \text{ k}\Omega.$$

Nach Umstellung der weiter oben angegebenen zweiten Formel für  $R_S$  läßt sich nun der erforderliche Blindwiderstand errechnen.

$$R_B = \sqrt{R_S^2 - R_W^2} = \sqrt{4,4^2 - 2,48^2} = \sqrt{19,4 - 6,16} = \sqrt{13,24} = 3,64 \text{ k}\Omega.$$

Die Größe des erforderlichen Kondensators ergibt sich zu

$$C = \frac{3,18}{R_B} = \frac{3,18}{3,64} \approx 0,87 \text{ }\mu\text{F.}$$

Praktisch wird man sich diesen Wert durch Parallelschaltung zweier Kondensatoren von 0,8  $\mu\text{F}$  und 70000 pF herstellen.

Der mathematisch weniger geschulte Bastler wird die nun im folgenden beschriebene graphische Methode der oben angegebenen rechnerischen vorziehen, denn hierzu werden lediglich Zirkel und Lineal benötigt. Man zeichnet sich nach Bild 6 ein rechtwinkliges Dreieck, in dem die untere Strecke AB gleich dem Wirkwiderstand und die schräge Strecke AC gleich dem Scheinwiderstand  $R_S$  ist. Die sich so ergebende senkrechte Strecke CB entspricht dem gesuchten Blindwiderstand  $R_B$ . Wählt man für die Länge der einzelnen Vektoren einen geeigneten Maßstab, beispielsweise 1 cm = 1 k $\Omega$  (1 mm = 100  $\Omega$ ), so kann man den gesuchten Blindwiderstand direkt mit dem Zentimetermaß in k $\Omega$  oder  $\Omega$  ablesen. Zur Umrechnung des gefundenen Blindwiderstandes  $R_B$  in  $\mu\text{F}$  dient die im Bild 7 gebrachte Zahlenleiter. Oben ist der Blindwiderstand  $R_B$  in k $\Omega$  und unten der Kondensatorwert in  $\mu\text{F}$  aufgetragen. So lesen wir beispielsweise ab: für 3,64 k $\Omega$   $\rightarrow$  0,87  $\mu\text{F}$ .

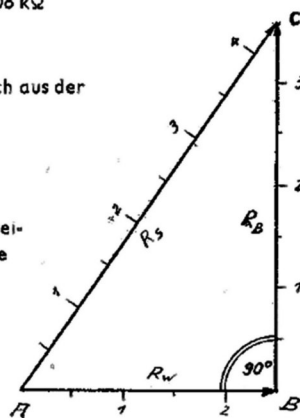


Bild 6 Das Widerstands-dreieck

Auf den gedruckten Wert eines als Vorwiderstand dienenden Kondensators soll man sich nie verlassen, sondern stets den tatsächlich fließenden Heizstrom messen oder die Messung in einer Fachwerkstatt vornehmen lassen. Erfahrungsgemäß wird bei der Prüfung oder Messung des Heizstromes beim Bau eines Empfängers oft mit behelfsmäßigen Anschlüssen der Netzverbindung bzw. des zwischengeschalteten Meß-

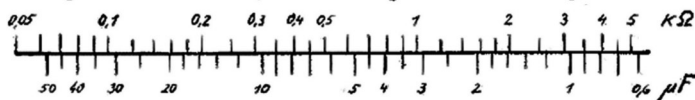


Bild 7 Umrechnung von k $\Omega$  in  $\mu\text{F}$

instrumentes gearbeitet. Hierbei kommt es gelegentlich zu Wackelkontakten. Durch den sich hierbei ergebenden Flackerbetrieb sind bei Verwendung eines Kondensators als Vorwiderstand im Heizkreis die Röhren im höchsten Grade gefährdet. Der Grund, weshalb hierbei die Röhren durchbrennen können, ist in den hohen Ladestromstößen des Kondensators zu suchen. Deshalb müssen solche Flackerverbindungen unbedingt vermieden werden. Schon ein schlechter Netzschalter kann in diesem Fall Unheil anrichten.