

Aufgabe 4: Glühlampen an Bahnstromversorgung

Die beiden Teilspannungen \underline{U}_{W1} und \underline{U}_{W2} sollen um je 45° gegenüber \underline{U} und um 90° gegeneinander phasenverschoben sein. Glühlampe und Vorwiderstand bilden einen Wirkwiderstand, folglich sind die Ströme \underline{I}_1 und \underline{I}_2 in Phase mit den entsprechenden Teilspannungen \underline{U}_{W1} und \underline{U}_{W2} .

Bei einer Induktivität eilt die Spannung \underline{U}_L dem Strom (hier \underline{I}_1) um 90° voraus. Die Maschengleichung $\underline{U} = \underline{U}_{W1} + \underline{U}_L$ ist also nur erfüllt, falls \underline{I}_1 dem Gesamtstrom \underline{I} um 45° nacheilt. Mit diesen Überlegungen folgt das Zeigerdiagramm der Schaltung nach **Abb. 4**. Die Reihenfolge der beiden Spannungspfeile \underline{U}_{W1} und \underline{U}_L , bzw. \underline{U}_{W2} und \underline{U}_C darf dabei vertauscht werden.

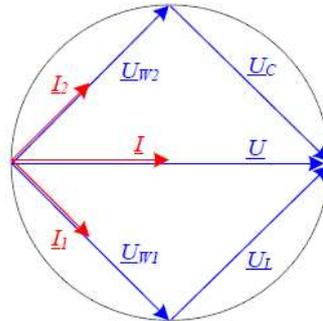


Abb. 4: Zeigerdiagramm der Lampenschaltung.

Bei Einhaltung der geforderten Phasenverschiebungen müssen die vier Teilspannungen dem Betrag nach gleich sein:

$$U_{W1} = U_{W2} = U_C = U_L = U \cos 45^\circ = 155.6 \text{ V}$$

Die beiden Vorwiderstände R_{VW} müssen die Spannung

$$U_{VW} = U \cos 45^\circ - U_G = 35.6 \text{ V}$$

$$R_{VW} = U_{VW} / I_G = 106.7 \Omega$$

aufweisen.

\underline{I}_1 und \underline{I}_2 sind betragsmässig bekannt. Sie sind identisch mit dem Nennstrom der Glühlampe:

$$|\underline{I}_1| = |\underline{I}_2| = I_1 = I_2 = I_G$$

Mit der Kreisfrequenz $\omega = 2\pi f = 104.7 \text{ s}^{-1}$ folgt die Induktivität zu

$$L = \frac{U_L}{I_1 \omega} = \frac{U_L}{I_G \omega} = 4.5 \text{ H}$$

und die Kapazität zu:

$$C = \frac{I_2}{\omega \cdot U_C} = \frac{I_G}{\omega \cdot U_C} = 20.5 \mu\text{F}$$

Der dem Netz entnommene Strom ist schliesslich nach dem Zeigerdiagramm in Abb. 4:

$$I = \sqrt{2} I_G = 0.47 \text{ A}$$