

**Aufgaben:**

1. Berechnen Sie an einer Reihenschaltung aus einem Kondensator und einem Widerstand die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung für die sechs verschiedenen Widerstände und die zwei verschiedenen Kondensatoren.
2. Bestimmen Sie den Blindwiderstand der beiden Kondensatoren zeichnerisch. Berechnen Sie daraus die Kapazitäten.
3. Berechnen Sie in einer Serienschaltung aus Spule und einem Widerstand den Strom, den Wechselstromgesamt-widerstand  $Z$ , den Blindwiderstand der Spule, ihre Induktivität und den Verlustwinkel.
4. Anstatt einer Spule sind zwei Spulen in Reihe zu schalten. Berechnen Sie die gleichen Größen wie in Aufgabe 3. Die beiden Spulen sind hierbei als „eine Spule“ anzusehen.

**Grundlagen:**

Als Grundlage für diesen Versuch dient das Merkblatt "Physikalische Grundlagen zu den Wechselstromversuchen".

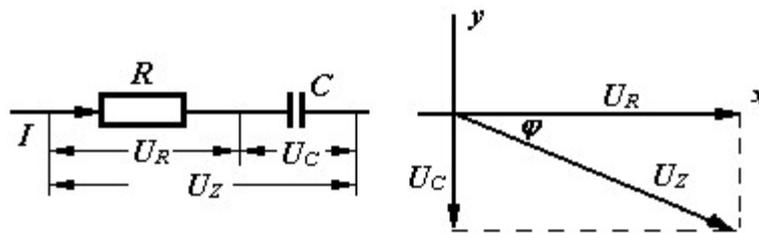
**Durchführung:**


Abbildung 1: Prinzipschaltbild und Zeigerdiagramm für Serienschaltung von Widerstand und Kapazität

**Aufgabe 1:** Mit der in Abbildung 1 gezeigten Serienschaltung aus einem Widerstand  $R$  und einem Kondensator  $C$  sind für die sechs verschiedenen Widerstände  $R$  aus den Spannungen  $U_R$  und  $U_C$  die Phasenverschiebungen  $\varphi$  gemäß:

$$\tan \varphi = \frac{U_C}{U_R} \quad (1)$$

zu bestimmen und in eine Tabelle einzutragen.

**Aufgabe 2:** Aus  $U_Z^2 = U_C^2 + U_R^2$  folgt mit  $U_Z = Z \cdot I$ ,  $U_R = R \cdot I$  und  $U_C = X_C \cdot I$  die Beziehung:

$$Z^2 = X_C^2 + R^2 \quad (2)$$

Aus Gleichung (2) läßt sich der Blindwiderstand  $X_C$  graphisch ermitteln, wenn  $Z^2$  in Abhängigkeit von  $R^2$  in einem rechtwinkligen Koordinatensystem dargestellt wird: Durch die Extrapolation  $R \rightarrow 0$  erhält man daraus  $Z^2 = X_C^2$ . Zur Berechnung von  $Z^2$  dient folgende Formel:

$$Z = \frac{U_Z}{U_R} \cdot R \quad (3)$$

Diese Formel folgt aus  $Z = \frac{U_Z}{I}$  und  $I = \frac{U_R}{R}$ .

Für die Kapazität  $C$  des Kondensators ist mit  $\omega=2\pi\cdot\nu$  und  $\cdot\nu = 50 \text{ s}^{-1}$ :

$$C = \frac{I}{\omega \cdot X_C} \quad (4)$$

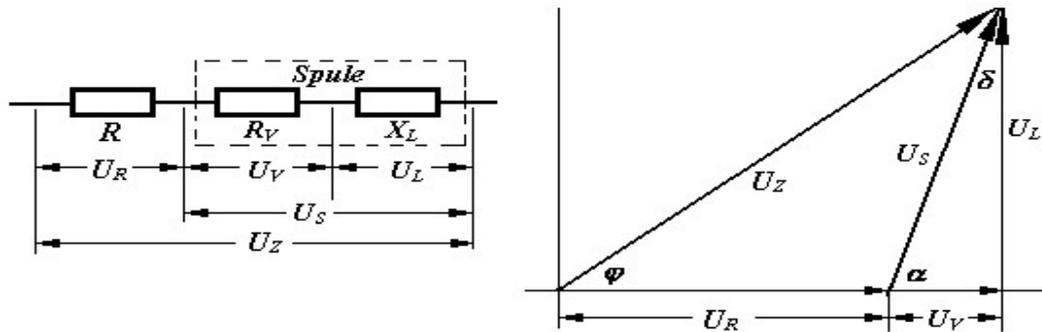


Abbildung 2: Prinzipschaltbild und Zeigerdiagramm für Serienschaltung von Widerstand und Spule

**Aufgaben 3 und 4:** In einer Serienschaltung aus einem Widerstand  $R$  und einer Induktivität  $L$  muss zusätzlich noch der Widerstand  $R_V$  des Spulendrahtes berücksichtigt werden (vgl. Abbildung 2).

Das dazugehörige Zeigerdiagramm erhält man, wenn die an den Widerständen  $R$  und  $R_V$  mit dem Strom phasengleichen Spannungen  $U_R$  und  $U_V$  auf der Abszisse und die gegenüber dem Strom um  $+90^\circ$  phasenverschobene Spannung  $U_L$  auf der Ordinate aufgetragen werden (vgl. Abbildung 2).

Mit  $I = \frac{U_R}{R}$  kann der Wechselstromwiderstand  $Z$  aus  $Z = \frac{U_Z}{I}$  bestimmt werden. Um den Blindwiderstand  $X_L$  zu bestimmen, muss die nicht unmittelbar messbare Spannung  $U_L$  aus folgender Gleichung berechnet werden:

$$U_L = \sqrt{U_S^2 - U_V^2} \quad (5)$$

Die in Gleichung (5) enthaltene, ebenfalls nicht unmittelbar messbare Spannung  $U_V$  lässt sich aus der **herzleitenden** Beziehung berechnen:

$$U_V = \frac{U_Z^2 - U_S^2 - U_R^2}{2 \cdot U_R} \quad (6)$$

Für die Induktivität  $L$  der Spule gilt  $L = \frac{X_L}{\omega}$

Der Verlustwinkel der **Spule** beträgt,  $\delta = \frac{1}{2}\pi - \alpha$  wobei  $\alpha$  der Phasenunterschied zwischen  $U_S$  und  $I$  ist.  $\delta$  lässt sich wie folgt berechnen (vgl. Abbildung 2):

$$\delta = \arctan \frac{U_V}{U_L} \quad (7)$$

#### Anmerkung:

Der Inhalt des Merkblattes „Physikalische Grundlagen zu den Wechselstromversuchen“ wird als Mindestwissen vorausgesetzt!

**Bitte bringen Sie Millimeterpapier mit.**

#### Literatur:

z.B.: Gerthsen-Kneser-Vogel, Physik