

Der Phasenschieber

Mit diesem Versuch gelangt man zu einem vergleichsweise einfachen Verständnis der Zusammenhänge bei einer Wechselstromschaltung, der Veranschaulichung durch Zeigerdiagramme und der mathematischen Behandlung durch komplexe Wechselstromrechnung. In der Ausarbeitung sollen die in dieser Anleitung durch Zeigerdiagramme erläuterten Beziehungen sowohl reell als auch komplex berechnet werden.

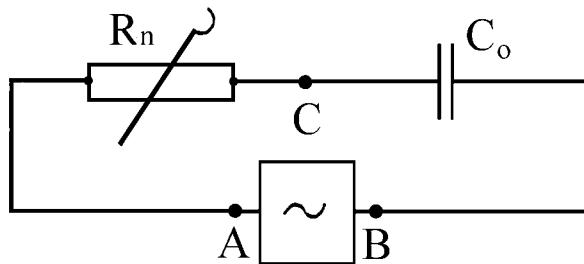
1) RC-Glied

Frequenz 50 Hz

$U_{AB} = 4V$

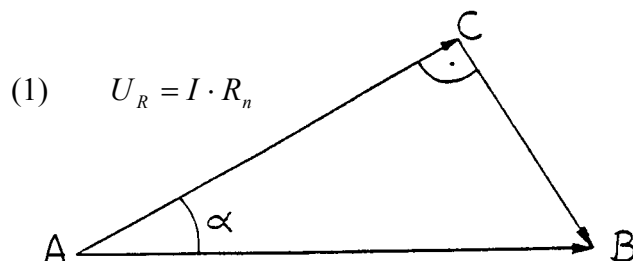
$R_n = 1 - 10000 \Omega$

$C_o = 6 \mu F$



a) Veranschaulichung der Schaltung durch ein Zeigerdiagramm:

Widerstand und Kondensator werden von einem gemeinsamen Strom durchflossen. Die an ihnen entstehenden Spannungsabfälle sind gegeneinander um 90° phasenverschoben, ergeben zusammen aber immer als (Vektorsumme) die zwischen A und B angelegte Wechselspannung. Da für die Addition sinusförmiger Größen gleicher Frequenz die Regeln der Vektorrechnung angewendet werden können, bilden die Vektoren $\overline{AB}$ und $\overline{CB}$ die Katheten eines rechtwinkligen Dreiecks über der unveränderlichen - bei Variation von R_n - Hypotenuse $\overline{AB}$. Der Punkt C "läuft" also bei Variation von R_n auf dem Thaleskreis über $\overline{AB}$. Entsprechend kann man sofort ablesen:



(1) $U_R = I \cdot R_n$

(2) $U_c = I \cdot \frac{1}{\omega \cdot C_o}$

(3) $\tan \alpha = \frac{1}{\omega \cdot R_n \cdot C_o}$

b) Aufgaben:

Mit dem Oszillographen messe man für geeignet gewählte Werte von R_n die Phasen und Amplituden der Spannungsabfälle längs des Widerstands und längs des Kondensators und

trage sie gemäß Gl. (1) bzw. Gl. (2) und (3) graphisch so auf, dass durch lineare Regression der genaue Wert des Kondensators bestimmt werden kann. In das gleiche Diagramm sollen auch als Kurve die aus der oben angegebenen Beziehung berechneten Werte eingetragen werden.

Außerdem trage man alle Amplituden mit ihren zugehörigen Phasen in ein Zeigerdiagramm mit gemeinsamer Hypotenuse ein. Womit kann man die Abweichungen vom theoretisch Erwarteten erklären (Eingangswiderstand und Eingangskapazität des Oszillographen, nicht sinusförmige Klemmenspannung, etc.)?

2) Phasenschieber

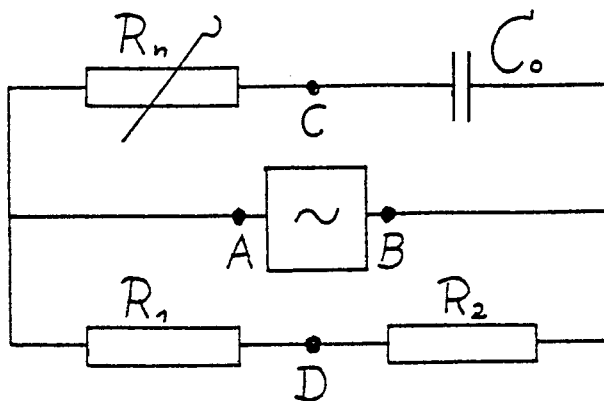
Frequenz 50 Hz

$U_{AB} = 4V$

$R_n = 1 - 10000 \Omega$

$C_o = 6 \mu F$

$R_1 = R_2 = 390 \Omega$

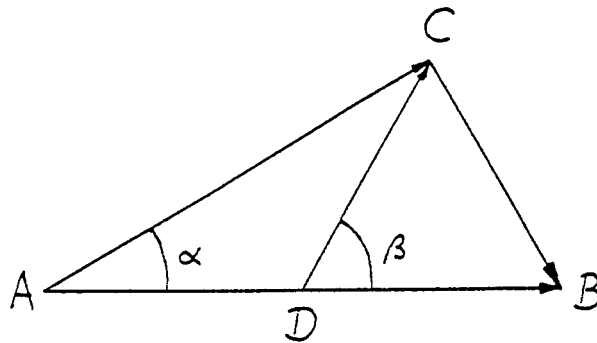


a) Veranschaulichung der Schaltung durch ein Zeigerdiagramm:

Durch die zusätzliche Verbindung der Punkte A und B mit der Serienschaltung von 2 gleichen Widerständen wird mit dem Punkt D die geometrische Mitte zwischen A und B und damit die Mitte des oben beschriebenen Thaleskreises realisiert. Bei Variation des Stöpselwiderstands sollte also die Spannung zwischen C und D im Betrag konstant bleiben, aber in der Phase um 180° verschiebbar sein.

$$\overline{AD} = \overline{DB}$$

$$\alpha = \beta/2$$



b) Aufgaben:

Man leite aus dem obigen Zeigerdiagramm den Zusammenhang zwischen α und β her. Man vergleiche die Amplituden und Phasen der Spannungen $\overline{AD}$ und $\overline{DC}$ und trage diese Werte in Abhängigkeit von R_n graphisch auf, zusammen mit dem rechnerisch gefundenen Zusammenhang. **Diskussion!**

Hinweis: Amplituden mißt man mit dem Oszillographen dadurch am genauesten, indem man bei der Kanaleinstellung "Calibrated" die 0-Linie (Stellung "Ground") auf die unterste Gravur des Schirmes verschiebt und bei möglichst großer Verstärkung die Scheitelhöhe abliest. Phasenunterschiede können beim 0-Durchgang am genauesten gemessen werden. Dazu die X-Ablenkung mit der Einstellung "Variable" und dem Knopf "X-Offset" so justieren, dass eine halbe Periode auf 9 Kästchen fällt. Dann entspricht 1 Kästchen 20° und die Ablesung sollte auf $1^\circ - 2^\circ$ genau gelingen.