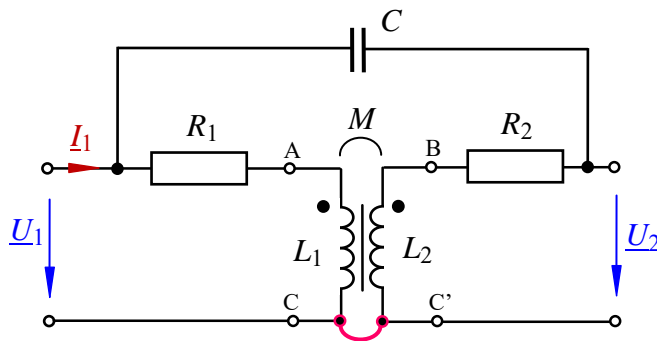


Lösung der Übungsaufgabe ÜA_3_19.3.C:

21.09.2022

• Präzisierung der Aufgabenstellung:

Es handelt sich aus vierpoltheoretischer Sicht um eine überbrückte T-Schaltung.

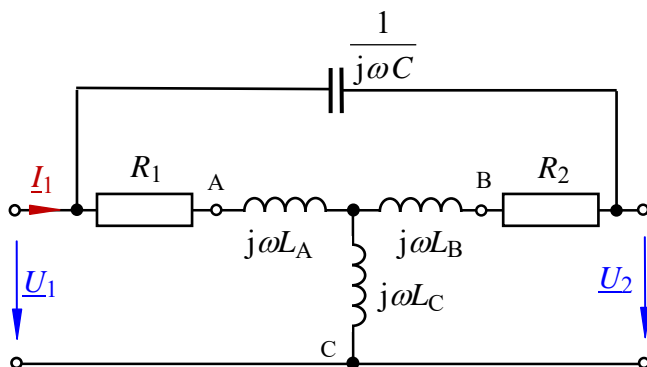


Die galvanische Trennung wurde im Bild ÜA_3_19.3.C_1 bereits aufgehoben (siehe Punkte C – C').

Bild ÜA_3_19.3.C_1: Schaltung zur Aufgabenstellung der ÜA_3_19.3.C

• VST in die T-Ersatzschaltung umformen:

Nun wird der Transformator in die T-Ersatzschaltung umgeformt und die gesamte Schaltung in den Bildbereich transformiert.



$$M = \sqrt{L_1 L_2} = \sqrt{45 \cdot 20} \text{ mH} \\ = \sqrt{900} \text{ mH} = 30 \text{ mH}$$

Bild ÜA_3_19.3.C_2: T – Ersatzschaltung

Für die Ersatz-Bauelemente gilt:

$$j\omega L_A = j\omega(L_1 - M) = j 314 \text{ s}^{-1} \cdot 15 \text{ mH} = j 4,71 \Omega$$

$$j\omega L_B = j\omega(L_2 - M) = j 314 \text{ s}^{-1} \cdot (-10 \text{ mH}) = -j 3,14 \Omega$$

$$j\omega L_C = j\omega M = j 314 \text{ s}^{-1} \cdot 30 \text{ mH} = j 9,42 \Omega$$

• Berechnung des Leerlauf-Eingangswiderstandes:

$$\underline{Z}_{1L} = j\omega L_C + (R_1 + j\omega L_A) // (R_2 + j\omega L_B + \frac{1}{j\omega C_3}) \\ = [j 9,42 + (10 + j 4,71) // (10 - j 3,14 - j 20,02)] \Omega \approx 10,25 \Omega + j 9,65 \Omega = 14,1 \Omega \cdot e^{j43^\circ}$$

Für die Bestimmung des Kurzschluss-Eingangswiderstandes zeichnen wir die Schaltung um:

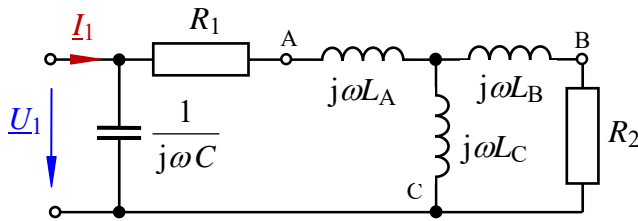


Bild ÜA_3_19.3.C_3: Ersatzschaltung zur Bestimmung des Kurzschluss-Eingangswiderstandes

• **Berechnung des Kurzschluss-Eingangswiderstandes:**

$$\begin{aligned} \underline{Z}_{1K} &= \frac{1}{j\omega C_3} \parallel (R_1 + j\omega L_A + j\omega L_C \parallel (R_2 + j\omega L_B)) \\ &= [(-j20,02) \parallel (10 + j4,71 + j9,42 \parallel (10 - j3,14))] \Omega \approx 17,9 \Omega - j 9,13 \Omega = 20,1 \Omega \cdot e^{-j27^\circ} \end{aligned}$$

Hinweis: Aufgaben mit vergleichbaren Inhalten finden Sie im:

Übungsbuch [14] – Berechnungsbeispiele 19.2 und 19.3 sowie 19.6 bis 19.8

Ende der offiziellen Lösung

Zusatzaufgabe:

Führen Sie für die berechneten Eingangswiderstände eine Probe mit MICROCAP durch. Dazu kann die Dynamic-AC-Analyse (feste Betriebsfrequenz $f = 50$ Hz) eingesetzt werden.

Die Eingangsspannung beträgt $\hat{U}_1 = 10 \text{ V} \cdot e^{j0}$. Der Eingangsstrom wird gemessen.

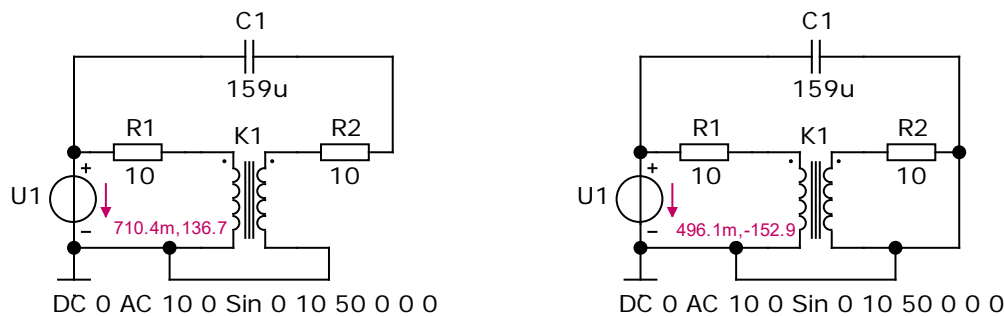


Bild ÜA_3_19.3.C_4: Simulationsschaltung zur Zusatzaufgabe

(links: sekundärseitiger Leerlauf und rechts: sekundärseitiger Kurzschluss)

- *Probe* für den sekundärseitigen Leerlauf:

$$\text{gemessen: } \hat{I}_1(L) = 710,4 \text{ mA} \cdot e^{j136,7^\circ} (\downarrow) = 710,4 \text{ mA} \cdot e^{-j43,3^\circ} (\uparrow)$$

$$\underline{Z}_{1L} = \frac{\hat{U}_1}{\hat{I}_1(L)} = \frac{10 \text{ V} \cdot e^{j0}}{710,4 \text{ mA} \cdot e^{-j43,3^\circ}} = 14,08 \Omega \cdot e^{j43,3^\circ} \quad (\text{Probe stimmt !})$$

- *Probe* für den sekundärseitigen Kurzschluss:

$$\text{gemessen: } \hat{I}_1(K) = 496,1 \text{ mA} \cdot e^{-j152,9^\circ} (\downarrow) = 496,1 \text{ mA} \cdot e^{j27,1^\circ} (\uparrow)$$

$$\underline{Z}_{1K} = \frac{\hat{U}_1}{\hat{I}_1(K)} = \frac{10 \text{ V} \cdot e^{j0}}{496,1 \text{ mA} \cdot e^{j27,1^\circ}} = 20,16 \Omega \cdot e^{-j27,1^\circ} \quad (\text{Probe stimmt !})$$

Ende der zusätzlichen Lösung