

Lösung der Übungsaufgabe ÜA_3_19.2.B:

09.09.2022

Zunächst wird der Transformator über die T-Ersatzschaltung dargestellt (ÜA_3_19.2.B_1; linke Seite) und in eine vereinfachte Ersatzschaltung (ÜA_3_19.2.B_1; rechte Seite) umgerechnet.

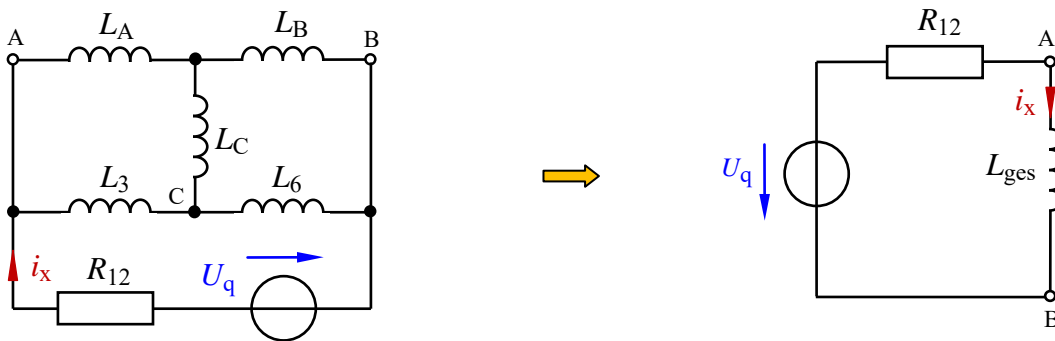


Bild ÜA_3_19.2.B_1: Ersatzschaltungen zur ÜA_3_19.2.B

Für die Ersatz-Bauelemente gilt:

$$R_{12} = R_1 + R_2 = 4R$$

$$M = k \cdot \sqrt{L_4 L_5} = 0,6 \cdot 5L = 3L$$

$$L_A = L_4 - M = 2L; \quad L_B = L_5 - M = 2L; \quad L_C = M = 3L$$

Die Induktivität L_C ist bei dieser abgeglichenen Brückensituation unwirksam. Für die an die Quelle angeschlossene Gesamtinduktivität gilt:

$$L_{\text{ges}} = (L_A + L_B) // (L_3 + L_6) = 4L // 4L = 2L$$

Zur Bestimmung der Zeitfunktion des Stromes i_x wird die Zeitkonstante und der Strom $I_{x\infty}$ benötigt:

$$\tau = \frac{L_{\text{ges}}}{R_{12}} = \frac{2L}{4R} = 0,5 \frac{L}{R} \quad \text{und:} \quad I_{x\infty} = \frac{U_q}{R_{12}} = \frac{U_q}{4R}$$

Für die Zeitfunktion gilt Gleich. (19.14):
$$i_x(t) = I_{x\infty} \cdot \left(1 - e^{-t/\tau}\right) = \frac{U_q}{4R} \cdot \left(1 - e^{-t/0,5 \frac{L}{R}}\right)$$

Für die Zahlenwerte erhalten wir mit $\tau = 0,25$ s und $I_{x\infty} = 1,5$ A:

$$I_x(t = 0,5 \text{ s}) = 1,5 \text{ A} \cdot \left(1 - e^{-2}\right) \approx 1,3 \text{ A} \quad \text{und:} \quad I_{x\infty} = 1,5 \text{ A}$$

Zusatzaufgabe:

Zeichnen Sie den Funktionsverlauf von i_x und markieren Sie die berechneten Eckwerte.

Lösung:

Wir verwenden die Ersatzschaltung im Bild ÜA_3_19.2.B_1 (rechts) und stellen den Verlauf der Funktion mit einem geeigneten Grafikprogramm dar.

$$\text{Es gilt: } i_x = \frac{U_q}{4R} \cdot \left(1 - e^{-t/0,5 \frac{L}{R}} \right) = \frac{12}{8} \text{ A} \cdot \left(1 - e^{-t/0,25 \text{ s}} \right) = 1,5 \text{ A} \cdot \left(1 - e^{-t/0,25 \text{ s}} \right)$$

$$\tau = \frac{L_{\text{ges}}}{R_{12}} = \frac{2L}{4R} = 0,5 \frac{L}{R} = 0,5 \cdot \frac{1}{2} \text{ s} = 0,25 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{Einteilung der Zeitachse: } 0 \leq t \leq 1,4 \text{ s}$$

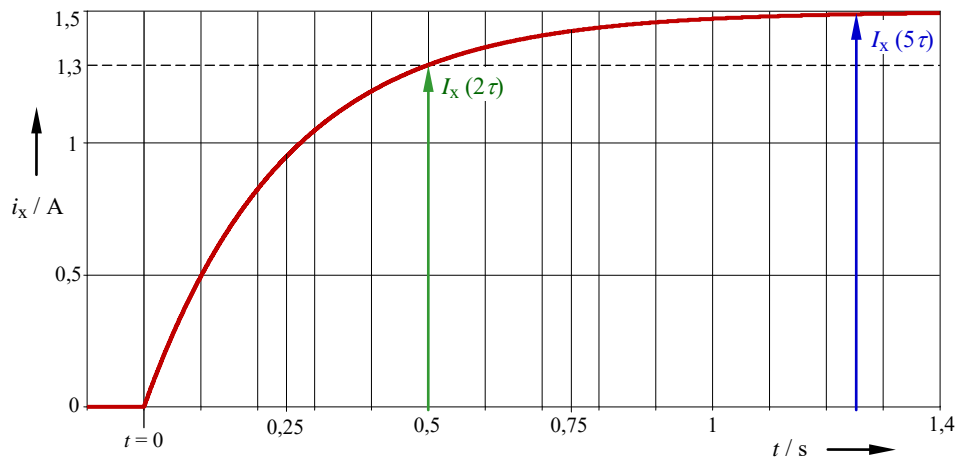


Bild ÜA_3_19.2.B_2: Zeitfunktion des Stromes i_x

Der Strom i_x erreicht nach ca. $t = 5\tau$ etwa 99% seines berechneten Endwertes.

Bei $t = 2\tau$ gilt: $I_x(2\tau) = 0,865 \cdot I_{x\infty} \approx 1,3 \text{ A}$

Hinweis: Aufgaben mit vergleichbaren Inhalten finden Sie im:
Übungsbuch [14] – Berechnungsbeispiele 19.1 bis 19.5

Ende der zusätzlichen Lösung