

Klausur

Grundlagen der Elektrotechnik (Musterlösung)

Lösung 1:

1. Berechnung des Gesamtwiderstandes R_G und des Stromes I

$$\begin{aligned}
 R_G &= (R_1 + R_2) \parallel (R_3 + R_4) \\
 &= \frac{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} && \text{Formel \& Ergebnis richtig} && \text{(1P)} \\
 &= 2,5 \, \Omega
 \end{aligned}$$

$$I = \frac{U}{R_G} = 4 \, \text{A} \quad \text{Formel \& Ergebnis richtig} \quad \text{(1P)}$$

Jeweils 1/2P für Formel und Ergebnis. Beim Bedarf 1/2P geben.

2. Berechnung der Spannung U_a

$$U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U = 6 \, \text{V} \quad \text{Beim Bedarf: } U_2 \text{ 1/2P, } U_4 \text{ 1/2P (F \& E richtig)} \quad \text{(1P)}$$

$$U_4 = \frac{R_4}{R_3 + R_4} U = 2 \, \text{V}$$

$$U_a = U_2 - U_4 = 4 \, \text{V} \quad \text{keine halben Punkte} \quad \text{(1P)}$$

3. Bedingung für $U_a = 0$

$$\begin{aligned}
 U_a &= U_2 - U_4 \\
 &= \frac{R_2}{R_1 + R_2} U - \frac{R_4}{R_3 + R_4} U
 \end{aligned}$$

$$= 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_4}{R_3 + R_4}$$

$$\boxed{\Leftrightarrow R_2 R_3 = R_1 R_4}$$

keine halben Punkte (1P)

Lösung 2:

- 1.
- Berechnung des Ersatzwiderstandes und der Ersatzspannungsquelle

$$R_i = R_G$$

$$= R_1 \parallel R_2 \parallel R_3$$

$$= \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)^{-1}$$

Beim Bedarf: Formel 1/2P, Ergebnis 1/2P **(1P)**

$$= \frac{30}{31} \Omega$$

$$= 0,97 \Omega$$

$$U_q = R_i I$$

$$= 3 \text{ V}$$

Beim Bedarf: Formel 1/2P, Ergebnis 1/2P **(1P)**

- 2.
- Berechnung der Gesamtleistung

$$P = R_G I^2 = 9,3 \text{ W}$$

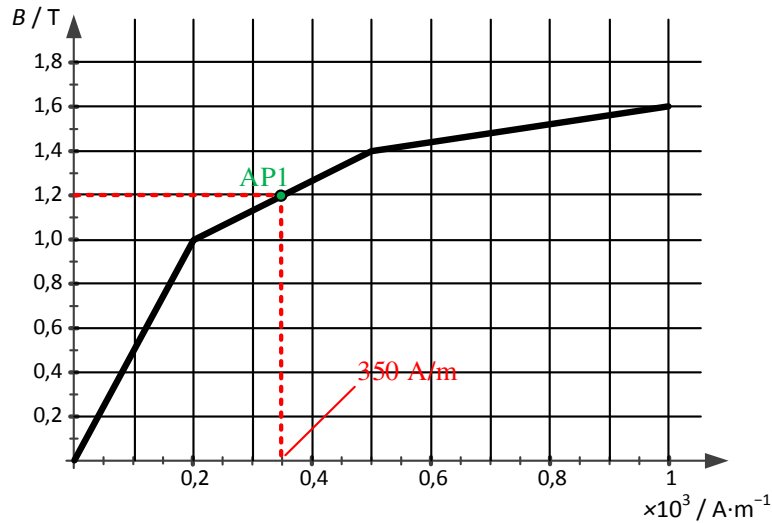
keine halben Punkte (Folgefehler berüchs.) **(1P)**

Lösung 3:

1. Berechnung des magnetischen Flusses

$$\Phi = B \cdot A = B \cdot b^2 = 480 \mu\text{Vs} \quad \text{\textit{1/2P beim Berechnungsfehler}} \quad \text{(1P)}$$

2. Bestimmung der Feldstärke des Kernmaterials



(1P)

1/2P für Zeichnen des AP1, 1/2P für Ablesen der Feldstärke

3. Bestimmung der relativen Permeabilität μ_r

$$\begin{aligned} \mu &= \mu_r \mu_0 \\ &= \frac{\Delta B}{\Delta H} && \text{\textit{Formel und Ergebnis richtig (1/2P möglich)}} \quad \text{(1P)} \\ &= 1,33 \cdot 10^{-3} \frac{\text{H}}{\text{m}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_r &= \frac{\mu}{\mu_0} && \text{\textit{Folgefehler berücksichtigen}} \quad \text{(1P)} \\ &\approx 1060 \end{aligned}$$

4. Berechnung des Stromes I

$$N \cdot I = H_{\text{Luft}} l_{\text{Luft}} + H_{\text{Kern}} l_{\text{Kern}} \quad \text{\textit{Formel richtig}} \quad \text{(1P)}$$

$$l_{\text{Luft}} = 2d = 0,4 \text{ mm} \quad \text{\textit{Formel richtig (Wert optional)}} \quad \text{(1P)}$$

$$l_{\text{Kern}} = 2a + 4b + 2c = 24 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} I &= \frac{381,86 \text{ A} + 84 \text{ A}}{N} && \text{\textit{Einsetzen und richtiges Ergebnis}} \quad \text{(1P)} \\ &= 1,55 \text{ A} \end{aligned}$$

Fehler beim Einsetzen und Ausrechnen einmalig 1/2P abziehen.

Lösung 4:1. Berechnung der Ankerspannung

$$M = \frac{k\phi}{2\pi} I_A \Leftrightarrow k\phi = 2\pi \frac{M}{I_A} = 37,7 \text{ Vs} \quad \text{(1P)}$$

$$U_i = k\phi \cdot n = 565,49 \text{ V} \quad \text{(1P)}$$

$$U_A = R_A I_A + U_i = 573 \text{ V} \quad \text{Folgefehler berücksichtigen} \quad \text{(1P)}$$

2. Berechnung des Bemessungsankerstromes

$$P_{el} = \frac{P_{mech}}{\eta} = 4 \text{ kW} \quad \text{(1P)}$$

$$P_v = P_{el} - P_{mech} = 600 \text{ W}$$

$$P_v = R_f I_f^2 + R_A I_A^2 \Leftrightarrow I_A = \sqrt{\frac{P_v - R_f I_f^2}{R_A}} = 18,1 \text{ A} \quad \text{(1P)}$$

Lösung 5:

$$1) \quad \underline{Y}_{R_3 \parallel C} = \frac{1}{R_3} + j\omega C = \frac{1}{400 \Omega} + j \cdot 1000 \cdot 5 \cdot 10^{-6} S = 2,5 mS + j5 mS$$

$$|\underline{Y}_{R_3 \parallel C}| = \sqrt{(2,5 mS)^2 + (5 mS)^2} = 5,59 mS \quad (1P)$$

$$\varphi = \arctan\left(\frac{\text{Im}}{\text{Re}}\right) = \arctan\left(\frac{5 mS}{2,5 mS}\right) = 63,43^\circ \quad (1P)$$

$$\underline{Y}_{R_3 \parallel C} = 5,59 mS \cdot e^{j63,43^\circ} \quad \boxed{\underline{Z}_{R_3 \parallel C} = 178,89 \Omega \cdot e^{-j63,43^\circ}}$$

$$2) \quad (3P)$$

$$\frac{\underline{I}_2}{\underline{I}} = \frac{\frac{1}{j\omega C} \parallel R_3}{R_3} = \frac{\underline{Z}_{R_3 \parallel C}}{R_3}$$

$$\underline{I}_2 = \underline{I} \cdot \frac{\underline{Z}_{\parallel}}{R_3} = 2 A \cdot e^{j0^\circ} \cdot \frac{178,89 \Omega \cdot e^{-j63,43^\circ}}{400 \Omega} = 0,894 A \cdot e^{-j63,43^\circ}$$

$$\underline{I}_2 = \underline{I} \cdot \frac{\underline{Z}_{\parallel}}{R_3} = 2 A \cdot e^{j0^\circ} \cdot \frac{178,89 \Omega \cdot e^{-j63,43^\circ}}{400 \Omega} = 0,894 A \cdot e^{-j63,43^\circ}$$

$$\boxed{\underline{I}_2 = 0,894 A \cdot e^{-j63,43^\circ}}$$

$$\underline{U}_{\parallel} = R_3 \cdot \underline{I}_2 = 400 \cdot 0,894 A \cdot e^{-j63,43^\circ} = 357,78 V e^{-j63,43^\circ}$$

$$\boxed{\underline{U}_{R_3 \parallel C} = 357,78 A \cdot e^{-j63,43^\circ}}$$

$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}_{R_3 \parallel C}}{1/j\omega C} = j\omega C \cdot \underline{U}_{R_3 \parallel C}$$

$$\underline{I}_1 = j \cdot 1000 (1/s) \cdot 5 \cdot 10^{-6} (F) \cdot 357,78 V e^{-j63,43^\circ}$$

$$\underline{I}_1 = 1,78 A e^{-j63,43^\circ + j90^\circ}$$

$$\boxed{\underline{I}_1 = 1,78 A e^{j26,57^\circ}}$$

$$\boxed{\underline{U}_1 = R_{\parallel 2} \cdot \underline{I} = 50 \Omega \cdot 2 A e^{j0^\circ} = 100 V e^{j0^\circ}}$$

$$\underline{U} = R_{\parallel 2} \cdot \underline{I} + \underline{U}_{R_3 \parallel C}$$

$$\underline{U} = 50\Omega \cdot 2Ae^{j0^\circ} + 357,78Ve^{-j63,43^\circ}$$

$$\underline{U} = 100Ve^{j0^\circ} + 357,78Ve^{-j63,43^\circ}$$

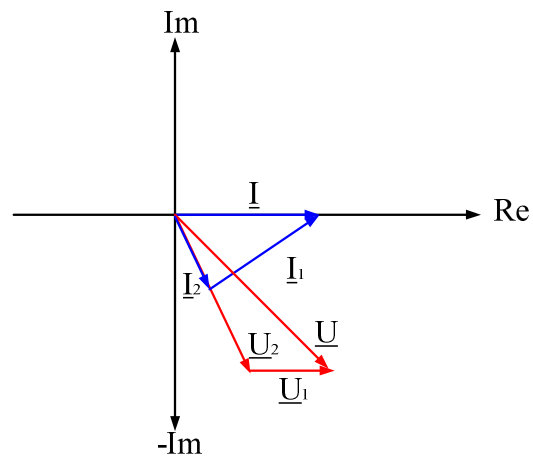
$$\underline{U} = 100V + 160,03V - j320V$$

$$\underline{U} = 260V - j320V$$

$$\underline{U} = 412,30V \angle -50,90^\circ$$

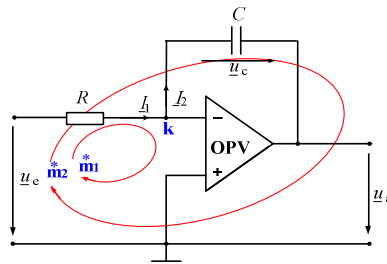
3)

(2P)



Lösung 6:

1)



Knotengleichung: k: $I_1 = I_2$
 Maschengleichungen: m1: $U_e - I_1 \cdot R = 0$
 m2: $U_e - U_a - I_1 \cdot R - I_2 \cdot Z_C = 0$ (3P)

2) Für den idealen OPV gilt: (2P)

$$u_a = u_c \quad \text{mit} \quad i_2 = c \cdot \frac{du_c}{dt}$$

$$u_e = u_R \quad \text{mit} \quad u_{R1} = R \cdot i_1$$

$$i_1 = -i_2$$

Daraus folgt:

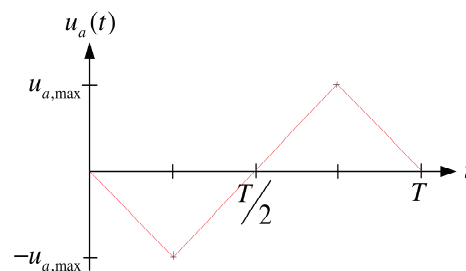
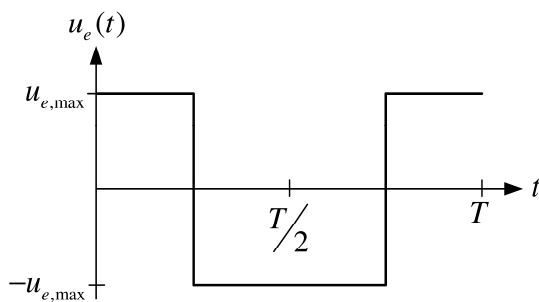
$$\frac{u_e}{R} = -C \cdot \frac{du_c}{dt} = -C \cdot \frac{du_a}{dt}$$

Schließlich:

$$u_a = -\frac{1}{RC} \int u_e \cdot dt$$

$$u_a = -\frac{1}{RC} u_e \cdot t + K$$

4) (1P)



Lösung 7:

1)

$$I_D = \frac{S}{2}(U_{GS} - U_{th})^2 \Rightarrow U_{GS} = U_{th} + \sqrt{\frac{2 \cdot I_D}{S}} = 2V + \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \cdot 10^{-3} A}{0,1 A V^{-2}}} = 2,2V \quad (1P)$$

$$2) \quad R_1 + R_2 = \frac{U_B}{I_1} = \frac{10}{10 \mu A} = 1M\Omega$$

$$R_2 = (R_1 + R_2) \cdot \frac{U_{GS}}{U_B} = 1M\Omega \cdot \frac{2,2V}{10V} = 220 K\Omega$$

$$R_1 = (R_1 + R_2) - R_2 = 1M\Omega - 220 K\Omega = 780 K\Omega \quad (1P)$$

3) (2P)

Zur Festlegung der Arbeitsgerade genügen bekanntlich zwei Punkte:

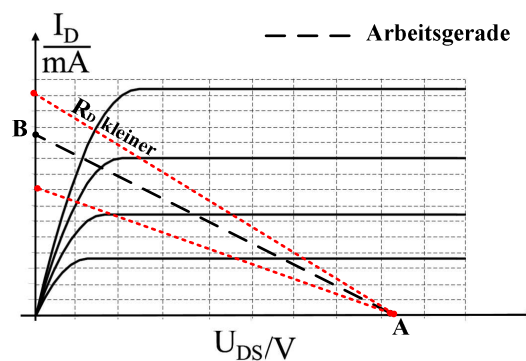
1. Kurzschlussfall:

$$\text{Dann gilt: } U_{DS} = 0V \rightarrow I_{D,k} = \frac{U_B}{R_D} = \frac{10V}{2000\Omega}$$

2. Leerlaufall:

$$\text{Dann gilt: } I_D = 0A \rightarrow U_{DS} = U_B = 10V$$

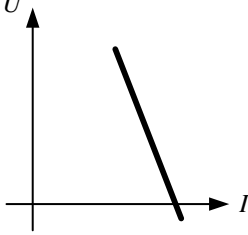
2) (2P)



Lösung 8:

1. a 2 A

2. c U



3. a 4

4. b Der Widerstand wird negativ gezählt.

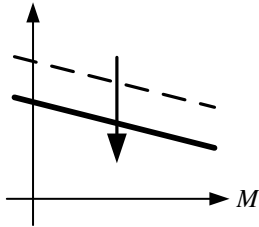
5. c 5 μF

6. b Nach oben

7. b Die elektrische Feldstärke beschreibt die Kraftwirkung auf eine ruhende Ladung.

8. c Von der elektrischen Spannung über der Spule

9. a



10. b Ummagnetisierungsverluste im Stator

11. a $\underline{Y} = \frac{1}{R} - j \frac{1}{\omega L}$

12. b $I_D = 92 \text{ mA}$.

13. b Silizium

14. a Tiefpassfilter

15. a Der Summenstrom eilt der Spannung voraus

16. b $\underline{Z}^* = 4 - j$

17. b ohmscher Bereich

18. b $K = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i(t)^2 dt}$

19. c $f_0 = 23 \text{ kHz}$

20. b $i_1 > i_2$