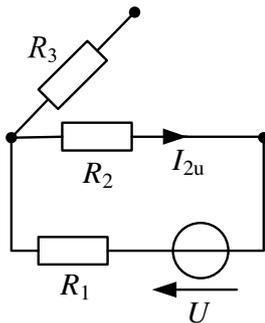


# Klausur

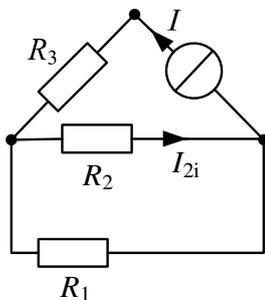
## Grundlagen der Elektrotechnik (Musterlösung)

**Lösung 1:**Wirkung der Spannungsquelle  $U$ 

(Wenn Ergebnis korrekt ohne  
Zeichnung, den 1P trotzdem ge- (1P)  
ben.)

$$I_{2u} = -\frac{U}{R_1 + R_2} = -\frac{1V}{4\Omega} = -250\text{mA}$$

( $\frac{1}{2}$ P Abzug beim Vorzeichenfehler) (1P)

Wirkung der Stromquelle  $I$ 

(Wenn Ergebnis korrekt ohne  
Zeichnung, den 1P trotzdem ge- (1P)  
ben.)

$$I_{2i} = \frac{R_1 \parallel R_2}{R_2} I = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I$$

$$I_{2i} = \frac{1\Omega}{4\Omega} 100\text{mA} = 25\text{mA}$$

( $\frac{1}{2}$ P Abzug beim Vorzeichenfehler) (1P)

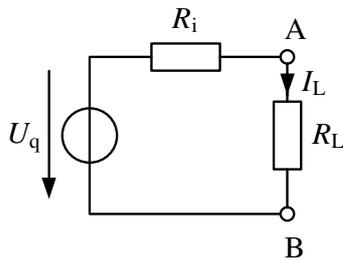
Der gesuchte Strom  $I_3$ 

$$I_2 = I_{2u} + I_{2i} = -250\text{mA} + 25\text{mA} = 225\text{mA} \quad (\text{Folgefehler } I_{2u}, I_{2i} \text{ berücksichtigen}) \quad (1P)$$

**Lösung 2:**a) Ersatzspannungsquelle und Ersatzwiderstand

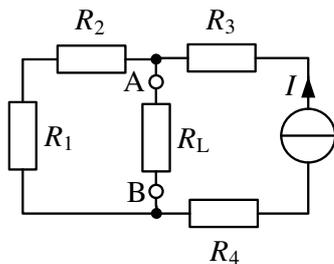
$$U_q = U_{AB} = I \cdot (R_1 + R_2) = 250\text{mA} \cdot 4\Omega = 1\text{V} \quad (1\text{P})$$

$$R_i = R_1 + R_2 = \frac{U_q}{I} = 4\Omega \quad (1\text{P})$$

b) WirkungsgradAusgangsleistung  $P_L$ 

$$I_L = \frac{U_q}{R_i + R_L} = \frac{1\text{V}}{8\Omega} = 125\text{mA} \quad (\text{Folgefehler } U_q, R_i \text{ berücksichtigen}) \quad (1/2\text{P})$$

$$P_L = I_L^2 \cdot R_L = (125\text{mA})^2 \cdot 4\Omega = 62,5\text{mW} \quad (\text{Folgefehler } I_L \text{ berücksichtigen}) \quad (1/2\text{P})$$

*(Andere Lösungswege ergibt 1P für die richtige Berechnung der Ausgangsleistung  $P_L$ )*Eingangsleistung  $P_E$ 

$$\begin{aligned} P_E &= \left(\frac{I}{2}\right)^2 (R_1 + R_2) + I^2(R_3 + R_4) + P_L \\ &= I^2 \left(\frac{R_1 + R_2}{4} + R_3 + R_4\right) + P_L \\ &= 562,5\text{mW} \end{aligned} \quad (1\text{P})$$

*(Andere Lösungswege ergibt 1P für die richtige Berechnung der Eingangsleistung  $P_E$ )*Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{P_L}{P_E} = \frac{62,5\text{mW}}{562,5\text{mW}} = 11,1\% \quad (\text{Folgefehler } P_L, P_E \text{ berücksichtigen}) \quad (1\text{P})$$

**Lösung 3:**a) Permittivität  $\epsilon_{r2}$ 

$$C_{ges} = (C_0 \parallel C_1) + C_2 \quad (\text{Nur Formel}) \quad (1P)$$

$$C_0 = \epsilon_0 \cdot \frac{\frac{3}{5}A}{d_2} = 8,85 \times 10^{-12} \frac{F}{m} \cdot \frac{\frac{3}{5}50\text{mm}^2}{0,1\text{mm}} = 2,655\text{pF} \quad (1/2P)$$

$$C_1 = \epsilon_0 \epsilon_{r1} \cdot \frac{\frac{3}{5}A}{d_1} = 8,85 \times 10^{-12} \frac{F}{m} \cdot 7 \cdot \frac{\frac{3}{5}50\text{mm}^2}{0,1\text{mm}} = 18,585\text{pF} \quad (1/2P)$$

$$C_0 \parallel C_1 = \frac{C_0 C_1}{C_0 + C_1} = 2,323125\text{pF} \quad (\text{Folgefehler } C_0, C_1 \text{ berücksichtigen}) \quad (1/2P)$$

$$C_2 = C_{ges} - C_0 \parallel C_1 = 3,3\text{pF} - 2,323125\text{pF} = 0,976875\text{pF}$$

$$C_2 = \epsilon_0 \epsilon_{r2} \cdot \frac{\frac{2}{5}A}{d_1 + d_2} \Leftrightarrow \epsilon_{r2} = \frac{5C_2(d_1 + d_2)}{2\epsilon_0 A} = 1,1 \quad (1/2P)$$

b) Gespeicherte Ladung  $Q$ 

$$Q = CU = 3,3\text{pF} \cdot 80\text{V} = 2,64 \times 10^{-10}\text{C} = 264\text{pC} \quad (\text{Exponentfehler } 1/2P \text{ Abzug}) \quad (1P)$$

c) Gespeicherte Ladung  $W$ 

$$W = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{1}{2}3,3\text{pF} \cdot (80\text{V})^2 = 1,056 \times 10^{-8}\text{J} \quad (\text{Exponent- od. Einheitsfehler } 1/2P \text{ Abzug}) \quad (1P)$$

$$= 10,56\text{nJ}$$

**Lösung 4:**a) Drehmoment M

$$M = \frac{P_{mech}}{2\pi n} = \frac{845W}{2\pi \cdot \frac{5000}{60} s^{-1}} = 1,61Nm$$

*(Falsches Einsetzen der Drehzahl  
1/min, 1/2P Abzug)* (1P)

b) Ankerstrom I<sub>A</sub>

$$P_{el} = \frac{P_{mech}}{\eta} = U_A I_A + I_f^2 R_f$$

*(I<sub>f</sub> nicht berücksichtigt, 1/2P Abzug)*

$$I_A = \frac{\frac{P_{mech}}{\eta} - I_f^2 R_f}{U_A} = \frac{1300W - 80W}{100V} = 12,2A$$

(1P)

c) Gesamtwiderstand R<sub>A</sub>+R<sub>f</sub>

$$P_V = P_{el} - P_{mech} = I_A^2 R_A + I_f^2 R_f$$

$$R_A = \frac{(P_{el} - P_{mech}) - I_f^2 R_f}{I_A^2} = \frac{455W - 80W}{(12,2A)^2} = 2,52\Omega$$

*(Folgefehler P<sub>el</sub>, I<sub>A</sub> berücksichtigen)* (1P)

d) Temperaturerhöhung

$$R_{A,neu} = R_A(1 + \alpha \cdot \Delta T) = R_A + \alpha \cdot \Delta T \cdot R_A$$

$$R_{A,neu} = 2,52\Omega + 3,93 \times 10^{-3} \frac{1}{K} \cdot 60K \cdot 2,52\Omega = 3,11\Omega$$

(1P)

d) Drehmomentänderung

R<sub>A</sub> ↑, I<sub>f</sub> konst. → I<sub>A</sub> ↓, kφ konst.

$$M = \frac{k\phi}{2\pi} I_A \rightarrow M \sim I_A \rightarrow M \downarrow$$

*(Aussage 1/2P, Begründung 1/2P)* (1P)

**Lösung 5:**

a) Parallelschaltung (2P)

$$\underline{Y} = \frac{1}{R} + \frac{1}{j\omega L} + j\omega C = \frac{1}{50\Omega} + \frac{1}{j100s^{-1} \cdot 0.5H} + j100s^{-1} \cdot 0.4mF$$

$$\underline{Y} = 20mS - j20mS + j40mS = 20mS + j20mS = 28,28mS \cdot e^{j45^\circ}$$

$$\underline{Z} = \frac{1}{\underline{Y}} = \frac{1}{28,28mS \cdot e^{j45^\circ}} = 35,36\Omega \cdot e^{-j45^\circ}$$

b) Betrag und die Phase der Ströme I, I<sub>R</sub>, I<sub>L</sub> und I<sub>C</sub> (4P)

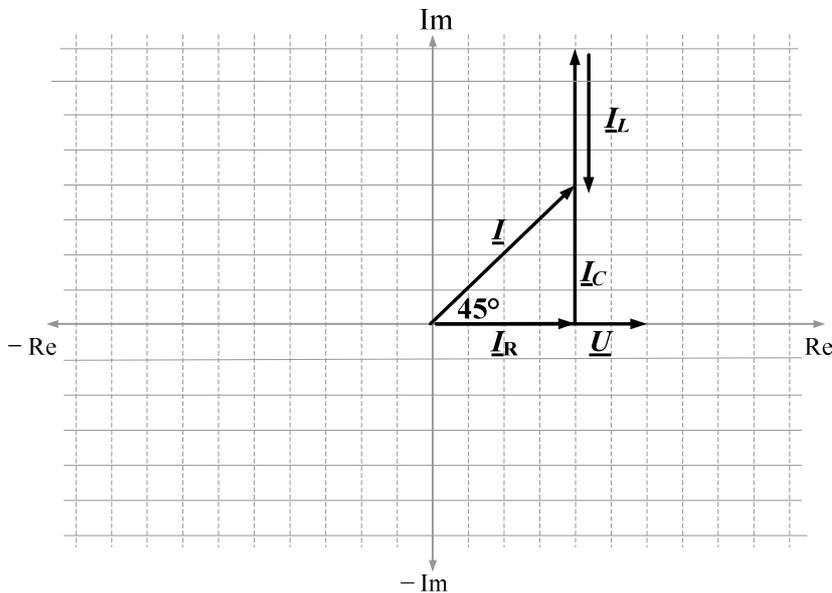
$$\underline{I} = \underline{U} \cdot \underline{Y} = 120V \cdot 28,28mS \cdot e^{j45^\circ} = 3,39A \cdot e^{j45^\circ}$$

$$\underline{I}_R = \frac{\underline{U}}{R} = \frac{120Ve^{j0^\circ}}{50\Omega} = 2.4A \cdot e^{j0^\circ}$$

$$\underline{I}_L = \frac{\underline{U}}{j\omega L} = \frac{120V}{j100s^{-1} \cdot 0,5H} = \frac{120V}{j50\Omega} = 2.4A \cdot e^{-j90^\circ}$$

$$\underline{I}_C = \underline{U} \cdot j\omega C = 120V \cdot j100s^{-1} \cdot 0.4mF = 120V \cdot j40mS = 4,8A \cdot e^{j90^\circ}$$

b) Zeigerdiagramme (Strom) (2P)



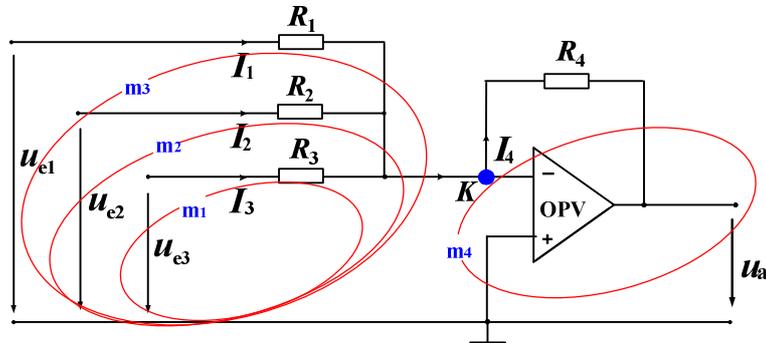
(ein Strom 1/2P)

*I<sub>C</sub> soll doppelt so lang wie I<sub>L</sub>. 1/2P Abzug falls nicht.*

*Die vektorielle Summe aus I<sub>R</sub>, I<sub>L</sub> und I<sub>C</sub> muss deutlich zu erkennen. 1/2P Abzug für I falls nicht*

**Lösung 6:**

a) Knoten- und Maschengleichungen



OPV1:

Knotengleichung  $k$   $I_1 + I_2 + I_3 = I_4$  (1P)

Maschengleichung  $m1$   $U_{e1} - I_1 R_1 = 0$  (eine Gleichung 1/2P) (2P)

Maschengleichung  $m2$   $U_{e2} - I_2 R_2 = 0$

Maschengleichung  $m3$   $U_{e3} - I_3 R_3 = 0$

Maschengleichung  $m4$   $U_a + I_4 R_4 = 0$

b) Herleitung der Ausgangsspannung  $U_a$  (3P)

$$U_{e1} - I_1 R_1 = 0 \quad \rightarrow \quad I_1 = U_{e1} / R_1$$

$$U_{e2} - I_2 R_2 = 0 \quad \rightarrow \quad I_2 = U_{e2} / R_2$$

$$U_{e3} - I_3 R_3 = 0 \quad \rightarrow \quad I_3 = U_{e3} / R_3$$

$$U_a = -I_4 R_4$$

$$U_a = -(I_1 + I_2 + I_3) R_4$$

$$U_a = -\left(\frac{U_{e1}}{R_1} + \frac{U_{e2}}{R_2} + \frac{U_{e3}}{R_3}\right) R_4$$

$$U_a = -\left(U_{e1} \frac{R_4}{R_1} + U_{e2} \frac{R_4}{R_2} + U_{e3} \frac{R_4}{R_3}\right)$$

c) Alle Eingangsspannungen haben dieselbe Spannungsverstärkung wenn:

$$R_1 = R_2 = R_3 = R$$

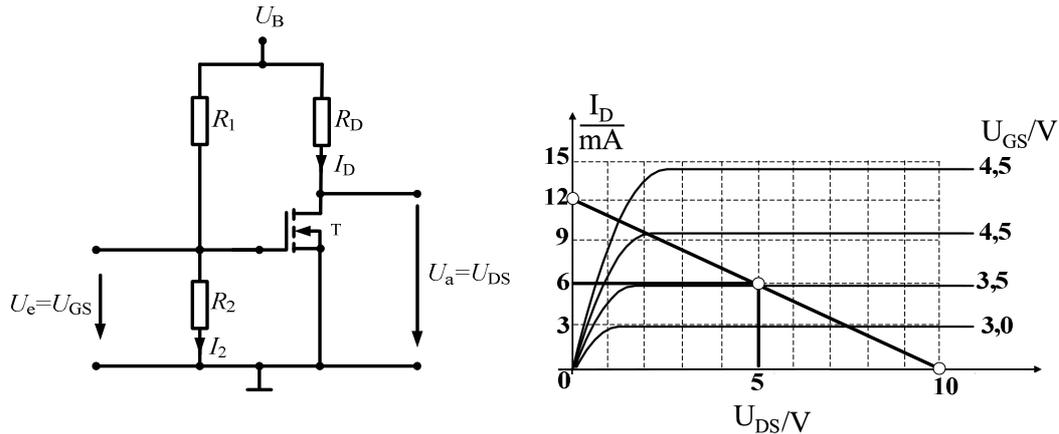
$$U_a = -(U_{e1} + U_{e2} + U_{e3}) \cdot \frac{R_4}{R} \quad (1P)$$

**Lösung 7:**

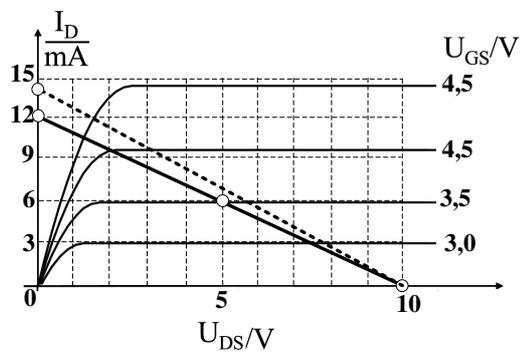
a)  $R_D$  Berechnung (1P)

$$R_D = \frac{U_{DS} - U_{DS0}}{I_{D0}} = \frac{10V - 5V}{0.006A} = 833,3 \Omega$$

b) Arbeitsgerade (1P)



c) Änderung bei  $R_D$  (1P)



b)  $R_1$  und  $R_2$  Berechnung (2P)

$$R_2 = \frac{U_{GS0}}{I_2} = \frac{3,5V}{7\mu A} = 500 k\Omega$$

$$U_{GS0} = \frac{R_2 \cdot U_B}{R_1 + R_2} \rightarrow R_1 = \frac{R_2 (U_B - U_{GS0})}{U_{GS0}} = 500k\Omega \cdot \frac{(10V - 3,5V)}{3,5V} = 928,57 k\Omega$$

**Lösung 8:**

1. B
2. A
3. C
4. C
5. C
6. B
7. A
8. B
9. C
10. A
11. B
12. B
13. C
14. A
15. B
16. C
17. B
18. B
19. C
20. C