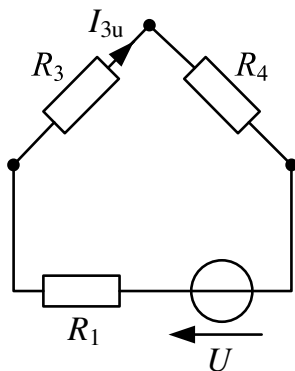


## Klausur

### Grundlagen der Elektrotechnik (Musterlösung)

#### Lösung 1:

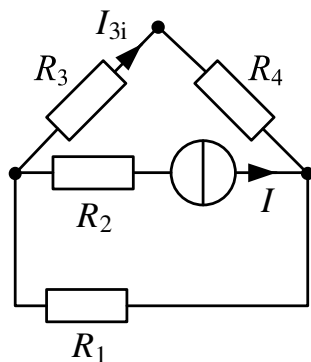
##### Wirkung der Spannungsquelle $U$



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

$$I_{3u} = -\frac{U}{R_1 + R_3 + R_4} = -\frac{3,3\text{V}}{6\Omega} = -550\text{mA} \quad (\text{1/2P Abzug beim Vorzeichenfehler}) \quad (1\text{P})$$

##### Wirkung der Stromquelle $I$



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

$$I_{3i} = -\frac{R_1 \parallel (R_3 + R_4)}{R_3 + R_4} I = -\frac{R_1}{R_1 + R_3 + R_4} I$$

$$I_{3i} = -\frac{1\Omega}{6\Omega} 180\text{mA} = -30\text{mA} \quad (\text{1/2P Abzug beim Vorzeichenfehler}) \quad (1\text{P})$$

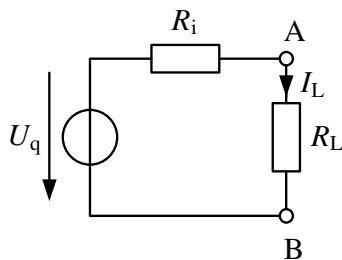
##### Der gesuchte Strom $I_3$

$$I_3 = I_{3u} + I_{3i} = -550\text{mA} - 30\text{mA} \quad (\text{Folgefehler } I_{3u}, I_{3i} \text{ berücksichtigen}) \quad (1\text{P})$$

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

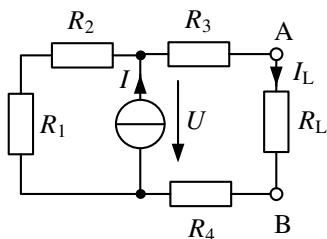
$$U_q = U_{AB} = I \cdot (R_1 + R_2) = 500\text{mA} \cdot 3\Omega = 1,5\text{V} \quad (1\text{P})$$

$$R_i = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 10\Omega \quad (1\text{P})$$

b) WirkungsgradAusgangsleistung  $P_L$ 

$$I_L = \frac{U_q}{R_i + R_L} = \frac{1,5\text{V}}{15\Omega} = 100\text{mA} \quad (\text{Folgefehler } U_q, R_i \text{ berücksichtigen}) \quad (1/2\text{P})$$

$$P_L = I_L^2 \cdot R_L = (100\text{mA})^2 \cdot 5\Omega = 50\text{mW} \quad (\text{Folgefehler } I_L \text{ berücksichtigen}) \quad (1/2\text{P})$$

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

$$U = I_L \cdot (R_3 + R_4 + R_L) = 100\text{mA} \cdot 12\Omega = 1,2\text{V} \quad (1/2\text{P})$$

$$P_E = U \cdot I = 1,2\text{V} \cdot 500\text{mA} = 600\text{mW} \quad (\text{Folgefehler } U \text{ berücksichtigen}) \quad (1/2\text{P})$$

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

$$\eta = \frac{P_L}{P_E} = \frac{50\text{mW}}{600\text{mW}} = 8,3\% \quad (\text{Folgefehler } P_L, P_E \text{ berücksichtigen}) \quad (1\text{P})$$

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

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

$$C_0 = \epsilon_0 \cdot \frac{\frac{3}{4}A}{d_2} = 8,85 \times 10^{-12} \frac{F}{m} \cdot \frac{\frac{3}{4}100\text{mm}^2}{1\text{mm}} = 0,66375\text{pF} \quad (\frac{1}{2}P)$$

$$C_1 = \epsilon_0 \epsilon_{r1} \cdot \frac{\frac{3}{4}A}{d_1} = 8,85 \times 10^{-12} \frac{F}{m} \cdot 5 \cdot \frac{\frac{3}{4}100\text{mm}^2}{1\text{mm}} = 3,31875\text{pF} \quad (\frac{1}{2}P)$$

$$C_0 \parallel C_1 = \frac{C_0 C_1}{C_0 + C_1} = 0,553125\text{pF} \quad (\text{Folgefehler } C_0, C_1 \text{ berücksichtigen}) \quad (\frac{1}{2}P)$$

$$C_2 = C_{ges} - C_0 \parallel C_1 = 3,3\text{pF} - 0,553125\text{pF} = 2,746875\text{pF}$$

$$C_2 = \epsilon_0 \epsilon_{r2} \cdot \frac{\frac{1}{4}A}{d_1 + d_2} \Leftrightarrow \epsilon_{r2} = \frac{4C_2(d_1 + d_2)}{\epsilon_0 A} \quad (\text{Folgefehler } C_2 \text{ berücksichtigen}) \quad (\frac{1}{2}P)$$

$$= 24,83 \approx 25$$

b) Gespeicherte Ladung  $Q$ 

$$Q = CU = 3,3\text{pF} \cdot 60\text{V} = 1,98 \times 10^{-10}\text{C} = 198\text{pC} \quad (\text{Exponentfehler } \frac{1}{2}P \text{ Abzug}) \quad (1P)$$

**Lösung 4:**a) Drehmoment M

$$M = \frac{P_{mech}}{2\pi n} = \frac{1500W}{2\pi \cdot \frac{3000}{60} s^{-1}} = 4,77Nm \quad \text{(Falsches Einsetzen der Drehzahl 1/min, 1/2P Abzug)} \quad (1P)$$

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

$$I_A = \frac{P_{mech}}{\eta \cdot U_A} = \frac{1500W}{75\% \cdot 200V} = 10A \quad (1P)$$

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

$$U_i = \frac{P_{mech}}{I_A} = \frac{1500W}{10A} = 150V \quad \text{(Folgefehler I<sub>A</sub> berücksichtigen)} \quad (1P)$$

$$R_G = R_A + R_f = \frac{U_A - U_i}{I_A} = \frac{50V}{10A} = 5\Omega \quad \text{(Folgefehler U<sub>i</sub>, I<sub>A</sub> berücksichtigen)} \quad (1P)$$

d) Temperaturerhöhung

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

$$R_{G,neu} = 5\Omega + 3,93 \times 10^{-3} \frac{1}{K} \cdot 40K \cdot 5\Omega = 5,78\Omega \quad (1P)$$

$$R_G \uparrow, n \text{ konst.} \rightarrow U_i \text{ konst.}, I_A \downarrow \rightarrow k\phi \downarrow \text{ (wg. Reihenschlussmaschine)} \quad (1/2P)$$

$$M = \frac{k\phi}{2\pi} I_A \rightarrow M \sim I_A, M \sim k\phi \rightarrow M \downarrow \quad \text{(Aussage 1/2P, Begründung 1/2P)} \quad (1/2P)$$

**Lösung 5:**

a) Parallelschaltung

$$\underline{Y}_{R2\parallel C} = \frac{1}{R_2} + j\omega C = \frac{1}{500\Omega} + j1000 \frac{1}{s} \cdot 4 \times 10^{-6}F$$

$$= 2\text{mS} + j4\text{mS} = 4,47\text{mS} \cdot e^{j63,43^\circ} \quad (1P)$$

$$\underline{Z}_{R2\parallel C} = \frac{1}{\underline{Y}_{R2\parallel C}} = 223,61\Omega \cdot e^{-j63,43^\circ} \quad (\text{jeweils } \frac{1}{2}P \text{ für Betrag und Phase}) \quad (1P)$$

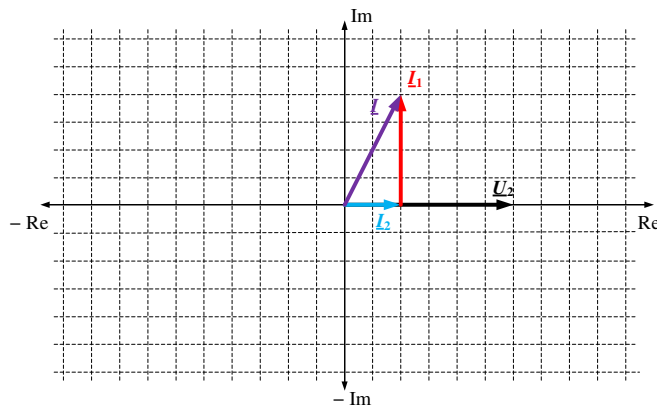
oder

$$\underline{Z}_{R2\parallel C} = \frac{R_2 \cdot \frac{1}{j\omega C}}{R_2 + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{R_2}{1 + j\omega R_2 C}$$

$$= \frac{500\Omega}{1 + j1000 \frac{1}{s} \cdot 500\Omega \cdot 4\mu F} = 100\Omega - j200\Omega \quad (1P)$$

$$\underline{Z}_{R2\parallel C} = 223,61\Omega \cdot e^{-j63,43^\circ} \quad (\text{jeweils } \frac{1}{2}P \text{ für Betrag und Phase}) \quad (1P)$$

b) Zeigerdiagramme (Strom)



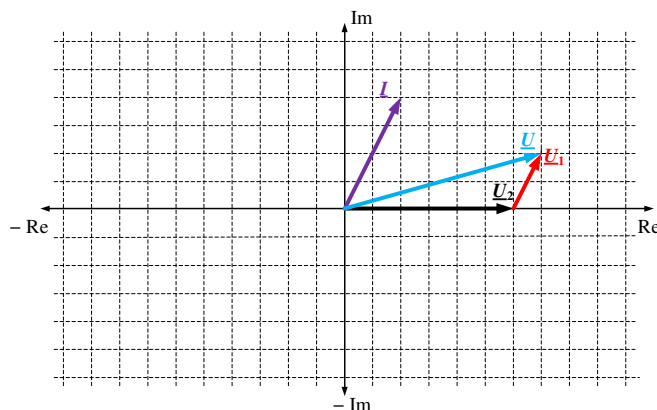
(ein Strom 1P)

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

(3P)

*Die vektorielle Summe aus I<sub>1</sub> und I<sub>2</sub> muss deutlich zu erkennen. Sonst kein Punkt für I*

c) Zeigerdiagramme (Spannung)



(eine Spannung 1P)

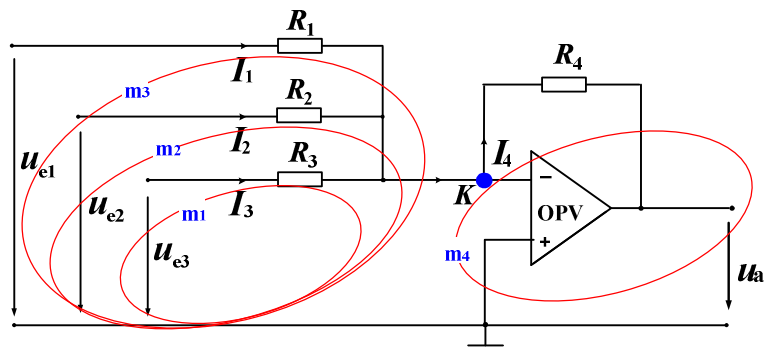
*U<sub>1</sub> muss in Phase mit I. sonst kein Punkt. Folgefehler für I aus 5b) berücksichtigen.*

(2P)

*Die vektorielle Summe aus U<sub>1</sub> und U<sub>2</sub> muss deutlich zu erkennen. Sonst kein Punkt für U*

**Lösung 6:**

a) Knoten- und Maschengleichungen



OPV1:

Knotengleichung  $k \quad I_1 + I_2 + I_3 = I_4$

Maschengleichung  $m1 \quad U_{e1} - I_1 R_1 = 0 \quad \text{(eine Gleichung } \frac{1}{2}P) \quad (3P)$

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

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

Maschengleichung  $m4 \quad U_a - I_4 R_4 = 0$

b) Herleitung der Ausgangsspannung  $U_a$  (2P)

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

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

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

$$U_a + I_4 R_4 = 0 \quad \rightarrow \quad U_a = -I_4 R_4$$

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

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

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

b) Alle Eingangsspannungen haben dieselbe Spannungsverstärkung wenn:

$$R_1 = R_2 = R_3 = R$$

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

Bei  $\omega = 0 \Rightarrow |V_U| \rightarrow \infty, \varphi_U = -90^\circ$

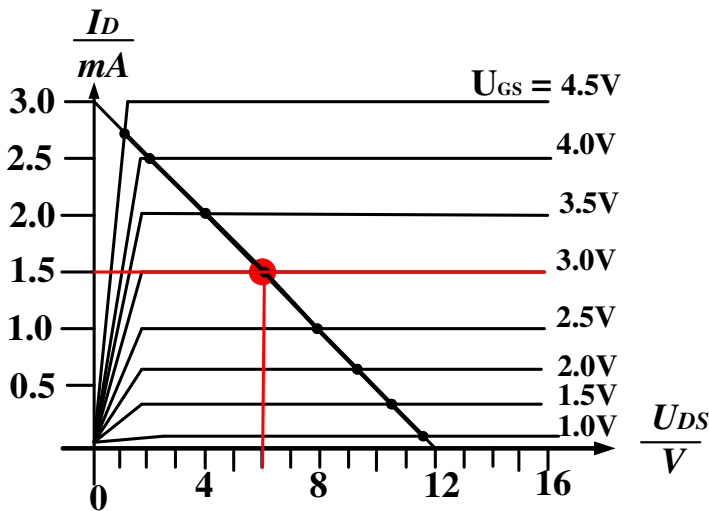
(1/2P)

Bei  $\omega \rightarrow \infty \Rightarrow |V_U| = 0, \varphi_U = -90^\circ$

(1/2P)

**Lösung 7:**

a) Arbeitsgerade

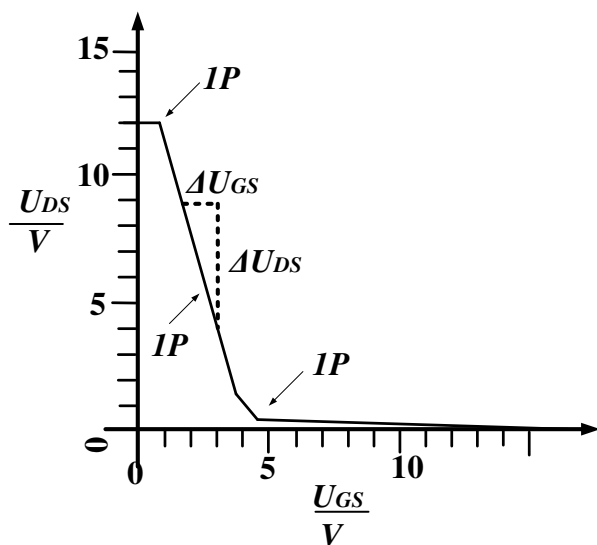


(1P)

$U_{DS,AB} = 6V$  (Ablesen)

(1P)

b) Übertragungskennlinie



(Punkte zum Konstruieren der Kennlinie soll erkennbar sein.)

Drei Bereiche zu bewerten: linker, rechter und linear Bereich (3P)

c) Verstärkung

$$V = \frac{\Delta U_{DS}}{\Delta U_{GS}} \approx -\frac{5}{1,2} = -4,17$$

*(Abschätzung, kleine  
Abweichung tolerieren)* (1P)



**Lösung 8:**

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