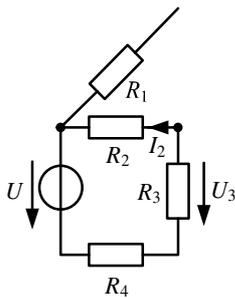


Klausur

Grundlagen der Elektrotechnik (Musterlösung)

Lösung 1:

Wirkung der Spannungsquelle U

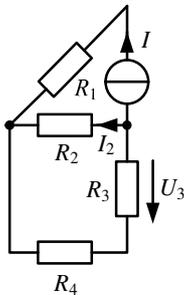


(Wenn Ergebnis korrekt ohne
Zeichnung, den 1P trotzdem
geben.) (1P)

$$U_{3u} = \frac{R_3}{R_2 + R_3 + R_4} U = \frac{2\Omega}{10\Omega} 2V = 400\text{mV} \quad (1P)$$

$$I_{2u} = -\frac{U}{R_2 + R_3 + R_4} = -\frac{2V}{10\Omega} = -200\text{mA} \quad (\frac{1}{2}P \text{ Abzug beim Vorzeichenfehler}) \quad (1P)$$

Wirkung der Stromquelle I



(Wenn Ergebnis korrekt ohne
Zeichnung, den 1P trotzdem
geben.) (1P)

$$I_{2i} = -\frac{R_2 \parallel (R_3 + R_4)}{R_2} I = -\frac{R_3 + R_4}{R_2 + R_3 + R_4} I \quad (\frac{1}{2}P \text{ Abzug beim Vorzeichenfehler}) \quad (1P)$$

$$I_{2i} = -\frac{5\Omega}{10\Omega} 120\text{mA} = -60\text{mA}$$

$$U_{3i} = -(I_{2i} + I)R_3 = -60\text{mA} \cdot 2\Omega = -120\text{mV} \quad (\frac{1}{2}P \text{ Abzug beim Vorzeichenfehler}) \quad (1P)$$

Die gesuchten Größen (Superposition)

$$U_3 = U_{3u} + U_{3i} = 400\text{mV} - 120\text{mV} = 280\text{mV} \quad (\text{Folgefehler berücksichtigen}) \quad (\frac{1}{2}P)$$

$$I_2 = I_{2u} + I_{2i} = -200\text{mA} - 60\text{mA} = -260\text{mA} \quad (\text{Folgefehler berücksichtigen}) \quad (\frac{1}{2}P)$$

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

$$U_{R2} = \frac{R_2 \parallel (R_3 + R_4)}{R_1 + [R_2 \parallel (R_3 + R_4)]} U = 6V \quad (1P)$$

$$U_q = U_{AB} = U_{R4} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} U_{R2} = 4V \quad (1P)$$

Ersatzwiderstand

$$R_i = R_5 + \left(R_4 \parallel \underbrace{[R_3 + (R_1 \parallel R_2)]}_{=R_e} \right) \quad (\text{Nur Formel}) \quad (1P)$$

$$R_1 \parallel R_2 = \frac{2}{3} \Omega$$

$$R_4 \parallel R_e = \frac{10}{11} \Omega$$

$$R_i = \frac{21}{11} \Omega = 1,909 \Omega \quad (\text{Werte einsetzen + korrekte Ergebnis}) \quad (2P)$$

Alternativweg über Kurzschlussstrom:

$$I_k = 2,095 \text{ A} \quad (\text{Rechenwege bewerten}) \quad (2P)$$

$$R_i = \frac{U_q}{I_k} = 1,909 \Omega \quad (1P)$$

Lösung 3:a) Kapazitätswerte

$$C_1 = \varepsilon_r \varepsilon_0 \frac{A}{d_\varepsilon} = 5 \cdot 8,85 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}} \cdot \frac{100\text{mm}^2}{1\text{mm}} \quad (\text{mit Dielektrikum})$$

$$= 4,425\text{pF}$$

$$C_2 = \varepsilon_0 \cdot \frac{A}{z} = 8,85 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}} \cdot \frac{100\text{mm}^2}{1,5\text{mm}} = 0,59\text{pF} \quad (\text{mit Luft})$$

$$C_{\max} = C_1 = 4,425\text{pF} \quad (1\text{P})$$

$$C_{\min} = C_1 \parallel C_2 = 0,52\text{pF} \quad (1\text{P})$$

Messbereich zwischen C_{\min} und C_{\max}

b) Ladungsänderung ΔQ

$$Q_{\text{vor}} = U \cdot C_{\min} = 2,6\text{pC} \quad (\text{Folgefehler berücksichtigen}) \quad (1/2\text{P})$$

$$Q_{\text{nach}} = U \cdot C_{\max} = 22,1\text{pC} \quad (\text{Folgefehler berücksichtigen}) \quad (1/2\text{P})$$

$$\Delta Q = Q_{\text{nach}} - Q_{\text{vor}} = 19,5\text{pC} \quad (\text{Folgefehler berücksichtigen}) \quad (1\text{P})$$

b) Energieänderung ΔW

$$W_{\text{vor}} = \frac{1}{2} C_{\min} U^2 = 6,5\text{pJ} \quad (\text{Folgefehler berücksichtigen}) \quad (1/2\text{P})$$

$$W_{\text{nach}} = \frac{1}{2} C_{\max} U^2 = 55,3\text{pJ} \quad (\text{Folgefehler berücksichtigen}) \quad (1/2\text{P})$$

$$\Delta W = W_{\text{nach}} - W_{\text{vor}} = 48,8\text{pJ} \quad (\text{Folgefehler berücksichtigen}) \quad (1\text{P})$$

Lösung 4:a) Bestimmung von $k\phi$

$$n_0 = 4500 \frac{\text{U}}{\text{min}}$$

$$k\phi = \frac{U_A}{n_0} = \frac{36\text{V}}{4500 \cdot \frac{1}{60} \frac{\text{U}}{\text{s}}} = 0,48\text{Vs}$$

(aus der Kennlinie korrekt (1P
abgelesen))(1P
)b) Ankerwiderstand R_A **Wahl des geeigneten Betriebspunkt:
Bei $M_B=500\text{Nmm}$ und $n_B=3000\text{U/min}$** (Andere Betriebspunkte
zulässig, Folgerechnung
berücksichtigen)

$$n_B = n_0 - \frac{2\pi R_A}{(k\phi)^2} M_B$$

$$R_A = \frac{(n_B - n_0)(k\phi)^2}{2\pi M_B} = \frac{1500 \cdot \frac{1}{60} \frac{\text{U}}{\text{s}} (0,48\text{Vs})^2}{2\pi \cdot 500\text{Nmm}} = 1,83\Omega$$

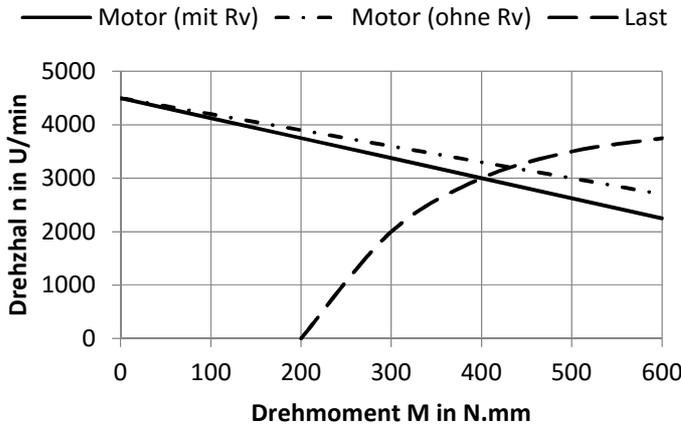
(Folgefehler berücksichti- (2P
gen))c) Vorwiderstand R_V **Wahl des geeigneten Betriebspunkt:
Bei $M_L=400\text{Nmm}$ und $n_L=3000\text{U/min}$**

$$n_L = n_0 - \frac{2\pi(R_A + R_V)}{(k\phi)^2} M_L$$

$$R_V = \frac{(n_L - n_0)(k\phi)^2}{2\pi M_L} - R_A = \frac{1500 \cdot \frac{1}{60} \frac{\text{U}}{\text{s}} (0,48\text{Vs})^2}{2\pi \cdot 400\text{Nmm}} - 1,83\Omega = 0,46\Omega$$

(Folgefehler berücksichti- (2P
gen))c) Neue M-n-Kennlinie des Motors

M-n-Kennlinie



1. Leerlaufdrehzahl korrekt 1/2P,
2. Gerade Linie durch den Punkt (400 Nmm, 3000 U/min) 1/2P

Lösung 5:

a) Zeichnen Sie die Struktur des n-Kanal-MOSFETs. Wie verhält sich das Bauteil bei den unten gegebenen Bedingungen?

1) n-MOSFET

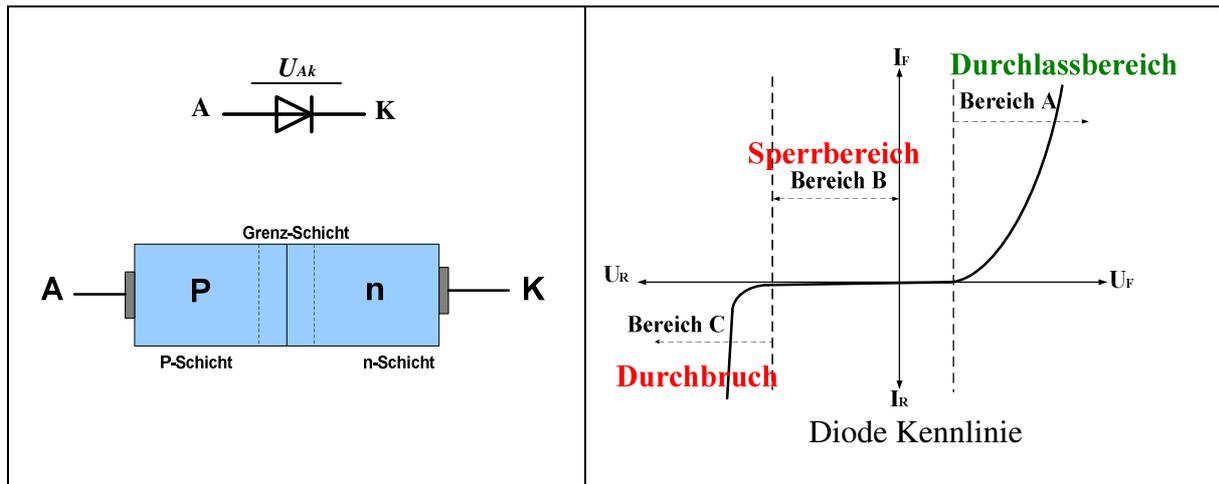
(3P)

Aufbau	Funktionsprinzip
	<p>$U_{GS} < U_{th} : I_D = 0$, (Sperrbereich)</p> <p>Ist $U_{GS} > U_{th}$?? Je nachdem, wie groß die Spannung U_{DS} ist,</p> <p>Wenn $U_{DS} < U_{GS} - U_{th}$ ist, verhält sich die Source-Drain-Strecke wie ein steuerbarer Widerstand $R_{DS} = U_{DS} / I_D$ (ohmscher Bereich)</p> <p>wenn $U_{DS} > U_{GS} - U_{th}$ ist, verhält sich die Source-Drain-Strecke wie eine Stromquelle, so findet in Teilen des Kanals eine Kanalabschnürung statt, und I_D bleibt bei steigendem U_{DS} ungefähr konstant. (Abschnür-Bereich)</p>

b) Zeichnen Sie die Struktur der Diode. Welches Verhalten hat die Diode in den unten definierten Bereichen A, B und C?

(3P)

Aufbau	Funktionsprinzip
--------	------------------



Lösung 6:

a) LC Reihenschaltung

(2P)

$$\underline{Z}_{LC\parallel R} = j\omega L + \frac{1}{j\omega C} = j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right) =$$

$$= j\left(50 \frac{1}{s} \cdot 10 \times 10^{-3} \text{H} - \frac{1}{50 \frac{1}{s} \cdot 400 \times 10^{-6} \text{F}}\right)$$

$$\text{weil } \omega L < \frac{1}{\omega C} \rightarrow \phi = -90^\circ$$

$$\underline{Z}_{LC} = 49,5 \Omega e^{-j90^\circ}$$

c) Die Ströme

(3P)

(Folgefehler berücksichtigen)

$$\underline{I}_1 = \frac{U}{R} = \frac{120 \text{V} e^{0^\circ}}{100 \Omega} = 1,2 \text{A} e^{0^\circ} = 1,2$$

$$\underline{I}_2 = \frac{U}{\underline{Z}_{LC}} = \frac{120 \text{V} e^{0^\circ}}{49,5 \Omega e^{-90^\circ}} = 2,42 \text{A} e^{90^\circ} = j2,42 \text{A}$$

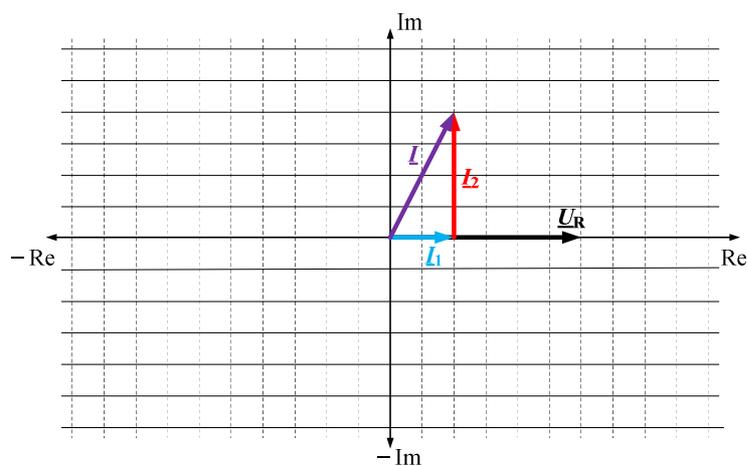
$$\underline{I} = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 = 1,2 + j2,42 \text{A} = 2,705 \text{A} e^{63,66^\circ}$$

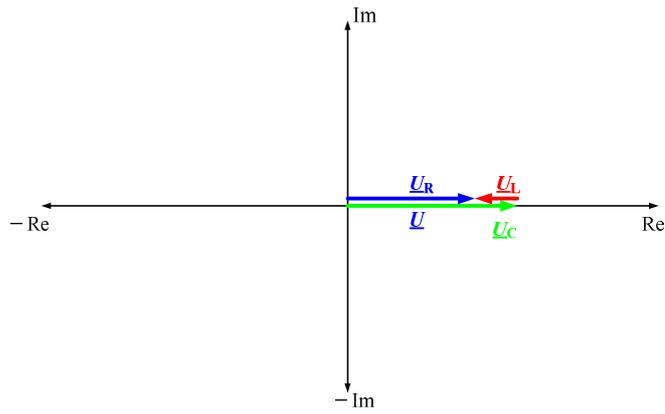
D) Die Spannungen**(2P)**

$$\underline{U}_L = j\omega L \cdot \underline{I}_2 = 1,21Ve^{180^\circ} = -1,21V$$

(Folgefehler berücksichtigen)

$$\underline{U}_C = \frac{1}{j\omega C} \cdot \underline{I}_2 = 121Ve^{0^\circ} = 121,2V$$

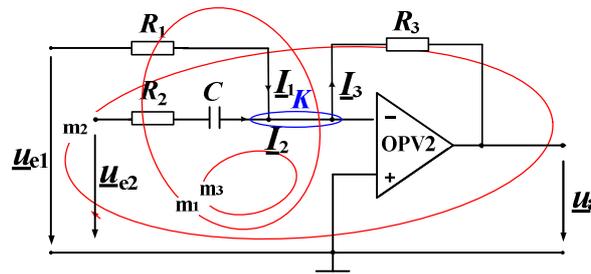
E) Zeichnen Sie die Ströme**(1½P)***(ein Strom ½P)**(eine Spannung ½P)*



Lösung 7:

a) Knoten- und Maschengleichungen

(4P)



Knotengleichung: k1: $\underline{I}_1 + \underline{I}_2 = \underline{I}_3$
 Maschengleichung1: m1: $\underline{U}_{e1} - \underline{I}_1 \cdot R_1 = 0$
 Maschengleichung2: m2: $\underline{U}_{e1} - \underline{U}_a - \underline{I}_1 \cdot R_1 - \underline{I}_3 \cdot R_3 = 0$
 Maschengleichung3: m3: $\underline{U}_{e2} - \underline{I}_2 \cdot \underline{Z}_{R_2C} = 0$

2) (3P)

$$\underline{I}_1 + \underline{I}_2 = \underline{I}_3 \rightarrow \frac{\underline{U}_{e1}}{R_1} + \frac{\underline{U}_{e2}}{R_2 + \frac{1}{j\omega C}} = \underline{I}_3 \rightarrow$$

$$\underline{U}_{e1} - \underline{U}_a - \underline{I}_1 \cdot R_1 - \underline{I}_3 \cdot R_3 = 0 \rightarrow$$

$$\underline{U}_{e1} - \underline{U}_a - \underline{U}_{e1} - \frac{\underline{U}_{e1}}{R_1} \cdot R_3 + \frac{\underline{U}_{e2}}{R_2 + \frac{1}{j\omega C}} \cdot R_3 = 0 \rightarrow$$

$$\underline{U}_a = \frac{\underline{U}_{e1}}{R_1} \cdot R_3 + \frac{\underline{U}_{e2}}{R_2 + \frac{1}{j\omega C}} \cdot R_3$$

3) $\underline{U}_a \underset{\omega \rightarrow 0}{=} \frac{\underline{U}_{e1}}{R_1} \cdot R_3$ (1P)

$$\underline{U}_a = \frac{\underline{U}_{e1}}{R_1} \cdot R_3 + \frac{\underline{U}_{e2}}{R_2} \cdot R_3$$
 (1P)