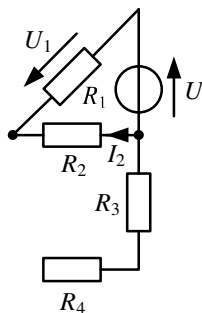


Klausur

Grundlagen der Elektrotechnik (Musterlösung)

Lösung 1:

Wirkung der Spannungsquelle U



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

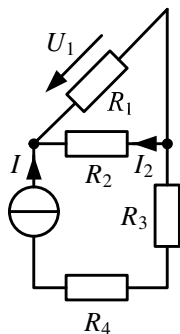
$$U_{1u} = -\frac{R_1}{R_1 + R_2} U = -\frac{4\Omega}{6\Omega} 3V = -2V$$

(1/2P Abzug beim Vorzeichen-
fehler) (1P)

$$I_{2u} = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{3V}{6\Omega} = 500\text{mA}$$

(1P)

Wirkung der Stromquelle I



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

$$I_{2i} = -\frac{R_1 \parallel R_2}{R_2} I = -\frac{R_1}{R_1 + R_2} I = -\frac{4\Omega}{6\Omega} 120\text{mA}$$

(1/2P Abzug beim Vorzeichen-
fehler) (1P)

$$I_{2i} = -80\text{mA}$$

$$U_{1i} = -(I - I_{2i})R_1 = -40\text{mA} \cdot 4\Omega = -160\text{mV}$$

(1/2P Abzug beim Vorzeichen-
fehler) (1P)

Die gesuchten Größen (Superposition)

$$U_3 = U_{3u} + U_{3i} = -2V - 160\text{mV} = -2,16V$$

(Folgefehler berücksichtigen) (1/2P)

$$I_2 = I_{2u} + I_{2i} = 500\text{mA} - 80\text{mA} = -420\text{mA}$$

(Folgefehler berücksichtigen) (1/2P)

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

$$U_q = U_{AB} = U_{R2 \parallel R3} \quad (\text{Nur Formel}) \quad (1P)$$

$$U_{R2 \parallel R3} = \frac{R_2 \parallel R_3}{R_1 + (R_2 \parallel R_3)} U = \frac{2\Omega}{1\Omega + 2\Omega} 9V = 6V \quad (\text{Ergebnis}) \quad (1P)$$

Ersatzwiderstand

$$R_i = R_4 + (R_1 \parallel R_2 \parallel R_3) \quad (\text{Nur Formel}) \quad (2P)$$

$$R_i = 2\Omega + \frac{2}{3}\Omega = 2,67\Omega \quad (\text{Ergebnis}) \quad (1P)$$

Alternativweg über Kurzschlussstrom:

$$I_G = \frac{U}{R_1 + (R_2 \parallel R_3 \parallel R_4)} = 4,5A \quad (1P)$$

$$I_k = \frac{R_2 \parallel R_3 \parallel R_4}{R_4} I_G = \frac{1\Omega}{2\Omega} 4,5A = 2,25 A \quad (1P)$$

$$R_i = \frac{U_q}{I_k} = \frac{6V}{2,25A} = 2,67\Omega \quad (\text{Folgefehler berücksichtigen}) \quad (1P)$$

Lösung 3:a) Kapazitätswerte

$$C_1 = \varepsilon_r \varepsilon_0 \frac{A}{d_\varepsilon} = 4 \cdot 8,85 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}} \cdot \frac{100\text{mm}^2}{1\text{mm}} \quad (\text{mit Dielektrikum})$$

$$= 3,54\text{pF}$$

$$C_2 = \varepsilon_0 \cdot \frac{A}{z} = 8,85 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}} \cdot \frac{100\text{mm}^2}{3\text{mm}} \quad (\text{mit Luft})$$

$$= 0,295\text{pF}$$

$$C_{\text{Anschlag}} = C_1 = 3,54\text{pF} \quad (1\text{P})$$

$$C_{\text{Ruhezustand}} = C_1 \parallel C_2 = 0,27\text{pF} \quad (1\text{P})$$

b) Ladungsänderung ΔQ

$$Q_{\text{vor}} = U \cdot C_{\text{Ruhezustand}} = 1,35\text{pC} \quad (\text{Folgefehler berücksichtigen}) \quad (1/2\text{P})$$

$$Q_{\text{nach}} = U \cdot C_{\text{Anschlag}} = 17,7\text{pC} \quad (\text{Folgefehler berücksichtigen}) \quad (1/2\text{P})$$

$$\Delta Q = Q_{\text{nach}} - Q_{\text{vor}} = 16,35\text{pC} \quad (\text{Folgefehler berücksichtigen}) \quad (1\text{P})$$

c) Energieänderung ΔW

$$W_{\text{vor}} = \frac{1}{2} C_{\text{Ruhezustand}} U^2 = 3,375\text{pJ} \quad (\text{Folgefehler berücksichtigen}) \quad (1/2\text{P})$$

$$W_{\text{nach}} = \frac{1}{2} C_{\text{Anschlag}} U^2 = 44,25\text{pJ} \quad (\text{Folgefehler berücksichtigen}) \quad (1/2\text{P})$$

$$\Delta W = W_{\text{nach}} - W_{\text{vor}} = 40,875\text{pJ} \quad (\text{Folgefehler berücksichtigen}) \quad (1\text{P})$$

Lösung 4:a) Bestimmung von $k\phi$

$$n_0 = 4000 \frac{\text{U}}{\text{min}} \quad (\text{aus der Kennlinie korrekt (1P abgelesen)})$$

$$k\phi = \frac{U_A}{n_0} = \frac{36\text{V}}{4000 \cdot \frac{1}{60} \frac{\text{U}}{\text{s}}} = 0,54\text{Vs} \quad (1\text{P})$$

b) Ankerwiderstand R_A

**Wahl des geeigneten Betriebspunkt:
Bei $M_B=400\text{Nmm}$ und $n_B=3000\text{U/min}$**

(Andere Betriebspunkte
zulässig)

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

$$R_S = \frac{(n_0 - n_B)(k\phi)^2}{2\pi M_B} = \frac{1000 \cdot \frac{1}{60} \frac{\text{U}}{\text{s}} (0,54\text{Vs})^2}{2\pi \cdot 400\text{Nmm}} \quad (\text{Folgefehler berücksichtigen}) \quad (1\text{P})$$

$$= 1,93\Omega$$

$$R_A = R_S - R_V = 1,93\Omega - 1,5\Omega = 0,43\Omega$$

(Folgefehler berücksichtigen) (1P)

c) Neuer Vorwiderstand R_V

Bei $M_L=500\text{Nmm}$ und $n_L=3500\text{U/min}$

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

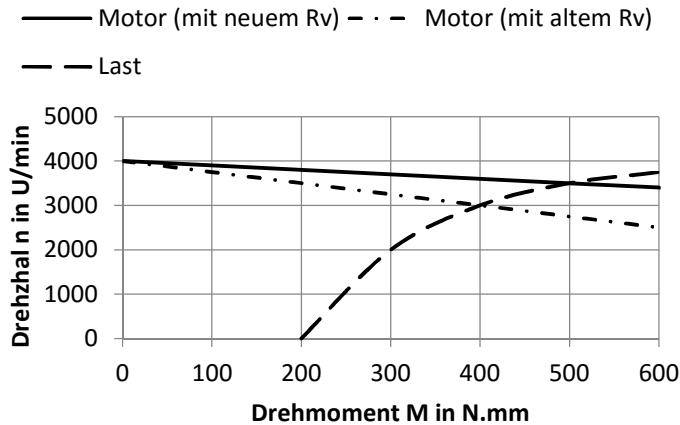
$$R_S = \frac{(n_0 - n_L)(k\phi)^2}{2\pi M_L} = \frac{500 \cdot \frac{1}{60} \frac{\text{U}}{\text{s}} (0,54\text{Vs})^2}{2\pi \cdot 500\text{Nmm}} = 0,77\Omega \quad (\text{Folgefehler berücksichtigen}) \quad (1\text{P})$$

$$R_V = R_S - R_A = 0,77\Omega - 0,43\Omega = 0,34\Omega$$

(Folgefehler berücksichtigen) (1P)

d) Neue M-n-Kennlinie des Motors

M-n-Kennlinie



1. Leerlaufdrehzahl korrekt ½P,
2. Gerade Linie durch den Punkt (400 Nmm, 3000 U/min) ½P

Lösung 5:

a) LC Reihenschaltung

(2P)

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

$$= j\left(50 \frac{1}{s} \cdot 100 \times 10^{-3} \text{H} - \frac{1}{50 \frac{1}{s} \cdot 400 \times 10^{-6} \text{F}}\right)$$

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

$$\underline{Z}_{LC} = 45\Omega e^{-j90^\circ}$$

c) Die Ströme

(3P)

$$\underline{I}_1 = \frac{U}{R} = \frac{150 \text{V} e^{0^\circ}}{50\Omega} = 3 \text{A} e^{0^\circ} = 3 \text{A}$$

$$\underline{I}_2 = \frac{U}{\underline{Z}_{LC}} = \frac{150 \text{V} e^{0^\circ}}{45\Omega e^{-90^\circ}} = 3,33 \text{A} e^{90^\circ} = j3,33 \text{A}$$

$$\underline{I} = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 = 3 + j3,33 \text{A}$$

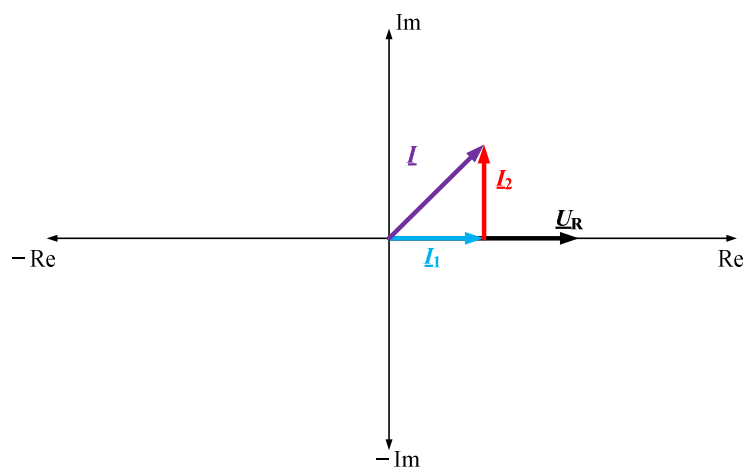
(Folgefehler berücksichtigen)

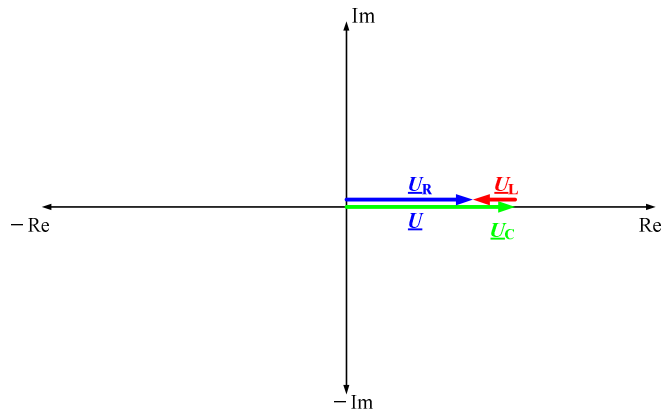
D) Die Spannungen**(2P)**

$$\underline{U}_L = j\omega L \cdot \underline{I}_2 = 16,67e^{180^\circ} = -16,67V$$

(Folgefehler berücksichtigen)

$$\underline{U}_C = \frac{1}{j\omega C} \cdot \underline{I}_2 = 166,67e^{0^\circ} = 166,67V$$

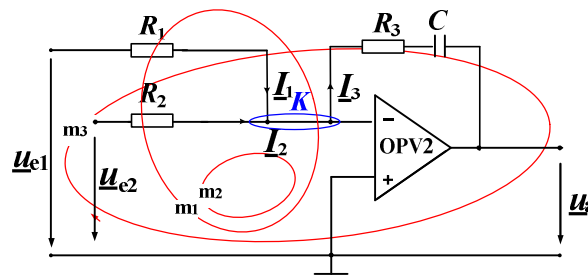
E) Zeichnen Sie die Ströme**(1½P)***(ein Strom ½P)**(eine Spannung ½P)*



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: $\underline{U}_{e2} - \underline{I}_2 \cdot R_2 = 0$
 Maschengleichung3: m3: $\underline{U}_{e1} - \underline{U}_a - \underline{I}_1 \cdot R_1 - \underline{I}_3 \cdot \underline{Z}_{R_3C} = 0$

2)

(3P)

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

$$\underline{U}_{e1} - \underline{U}_a - \underline{I}_1 \cdot R_1 - \underline{I}_3 \cdot \underline{Z}_{R_3C} = 0 \rightarrow$$

$$\underline{U}_{e1} - \underline{U}_a - \underline{U}_{e1} - \frac{\underline{U}_{e1}}{R_1} \cdot \underline{Z}_{R_3C} - \frac{\underline{U}_{e2}}{R_2} \cdot \underline{Z}_{R_3C} = 0 \rightarrow$$

$$-\underline{U}_a - \frac{\underline{U}_{e1}}{R_1} \cdot \underline{Z}_{R_3C} - \frac{\underline{U}_{e2}}{R_2} \cdot \underline{Z}_{R_3C} = 0 \rightarrow$$

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

3)

$$\underline{U}_a \underset{\omega \rightarrow 0}{=} -\frac{\underline{U}_{e1}}{R_1} \cdot \left(R_3 + \frac{1}{j\omega C}\right) - \frac{\underline{U}_{e2}}{R_2} \cdot \left(R_3 + \frac{1}{j\omega C}\right) = \underline{U}_a \text{Max} \quad (1P)$$

$$\underline{U}_a \underset{\omega \rightarrow \infty}{=} -\frac{\underline{U}_{e1}}{R_1} \cdot R_3 + \frac{\underline{U}_{e2}}{R_2} \cdot R_3 \quad (1P)$$

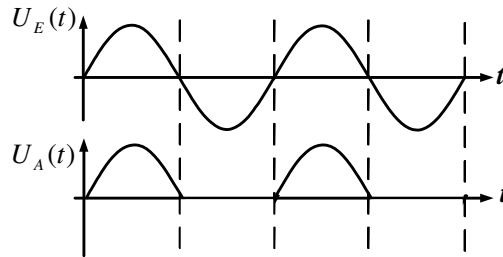
Aufgabe 7:

- a) Aus welchen Halbleitermaterialien werden Dioden und Transistoren hergestellt? (1P)

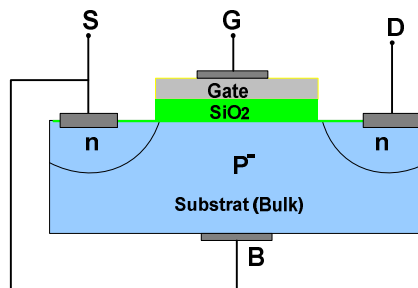
Silizium,

(Eine andere Antwort wie zum Beispiel Silizium Karbide oder Gallium Nitride ist auch korrekt)

- b) Für das eingegebene Eingangssignal $U_E(t)$ zeichnen Sie das Ausgangssignal $U_A(t)$ ein. (1P)



- c) Zeichnen Sie die Struktur des n-Kanal-MOSFETs. (1P)



- d) Wie verhält sich der n-Kanal-MOSFET unter den gegebenen Bedingungen?

Wenn $U_{GS} < U_{th}$ ist, dann $I_D = 0$, (**Sperrbereich**) (1P)

Wenn $U_{GS} > U_{th}$ und $U_{DS} < U_{GS} - U_{th}$ sind, dann verhält sich die Source-Drain-Strecke wie ein steuerbarer Widerstand $R_{DS} = U_{DS} / I_d$. (**ohmscher Bereich**) (1P)

wenn $U_{GS} > U_{th}$ und $U_{DS} > U_{GS} - U_{th}$ sind, dann 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. (**Abschnüre Bereich**) (1P)