

Aufgabe 1.1: Ersatzspannungsquelle (5 Punkte)

Lösung:

a) $R_1 = 3 \cdot R_2$

b) $R_i = 0,75 \cdot R_2$

Rechnung / Erklärung:

a)
$$U_{AB,LL} = U_0 \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{U_{AB,LL}}{U_0} = \frac{10 \text{ V}}{40 \text{ V}} = 0,25 = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$0,25 \cdot (R_1 + R_2) = R_2$$

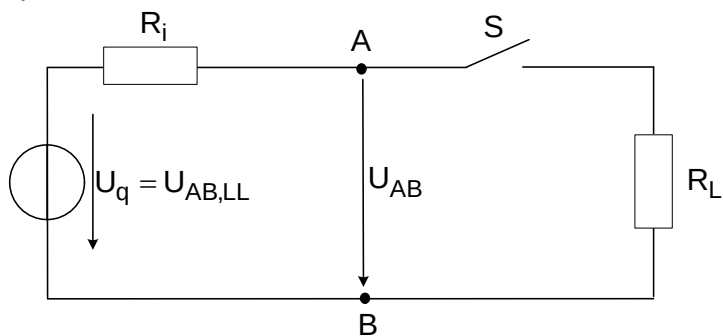
$$0,25 \cdot R_1 = R_2 - 0,25 R_2 = 0,75 \cdot R_2$$

$$R_1 = \frac{0,75}{0,25} \cdot R_2 = 3 \cdot R_2$$

b)

$$R_i = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{3 \cdot R_2 \cdot R_2}{3 \cdot R_2 + R_2} = \frac{3 \cdot R_2^2}{4 \cdot R_2} = 0,75 \cdot R_2$$

c)

**Aufgabe 1.2:** Dimensionierung des Spannungsteilers (6 Punkte)

Rechnung / Erklärung:

a) Mit ESQ: S zu $\rightarrow$ es fließt Strom $\rightarrow$ Spannungsabfall an $R_i \rightarrow$ Spannung U_{AB} sinktMit Abb 1: $R_L \parallel R_2$ kleiner R_2 , daher nach Spannungsteiler U_{AB} kleiner als $U_{AB,LL}$

Aufgabe 1.2:

Dimensionierung des Spannungsteilers - Fortsetzung

Lösung:

b) $R_1 = 81,6 \, \Omega$

$R_2 = 27,2 \, \Omega$

Rechnung / Erklärung:

b)
$$U_{AB,Last} = 0,98 \cdot U_{AB,LL} = 9,8 \, V = 10 \, V \cdot \frac{R_L}{R_i + R_L}$$

$$0,98 \cdot (R_i + R_L) = R_L$$

$$0,98 \cdot R_i = R_L - 0,98 \cdot R_L = 0,02 \cdot R_L$$

$$R_i = \frac{0,02}{0,98} \cdot R_L = \frac{0,02}{0,98} \cdot 1.000 \, \Omega = 20,4 \, \Omega$$

$$0,75 \cdot R_2 = 20,4 \, \Omega$$

$$R_2 = \frac{4}{3} \cdot 20,4 \, \Omega = 27,2 \, \Omega$$

$$R_1 = 3 \cdot R_2 = 3 \cdot 27,2 \, \Omega = 81,6 \, \Omega$$

- c) Der Spannungsteiler ist in Bezug auf R_L sehr niederohmig, d.h. durch R_1 und R_2 fließen recht große Ströme. Diese können hohe Verluste zur Folge haben (schlechter Wirkungsgrad des Spannungsteilers).

R_1 und R_2 müssen für hohe Ströme dimensioniert werden!

Platz für Notizen:

Aufgabe 1.3: Ströme, Spannungen, Leistung (9 Punkte)

Lösung:

$$\begin{array}{llll}
 \text{a) } U_1 = 40 \text{ V} & I_1 = 4 \text{ A} & I_2 = 2 \text{ A} & U_2 = 40 \text{ V} \\
 I_0 = 2 \text{ A} & U_{34} = 30 \text{ V} & I_3 = 1,5 \text{ A} & I_4 = 0,5 \text{ A} \quad U_q = 110 \text{ V} \\
 \text{b) } P_{R1} = 160 \text{ W} & & &
 \end{array}$$

Rechnung / Erklärung:

a)

$$U_1 = U_0 = 40 \text{ V}$$

$$I_1 = \frac{U_0}{R_1} = \frac{40 \text{ V}}{10 \Omega} = 4 \text{ A}$$

$$I_1 = I_0 + I_q \Leftrightarrow I_0 = I_1 - I_q = 4 \text{ A} - 2 \text{ A} = 2 \text{ A}$$

$$I_2 = I_q = 2 \text{ A}$$

$$U_2 = R_2 \cdot I_2 = 20 \Omega \cdot 2 \text{ A} = 40 \text{ V}$$

$$R_{34} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = \frac{20 \Omega \cdot 60 \Omega}{20 \Omega + 60 \Omega} = 15 \Omega$$

$$U_{34} = R_{34} \cdot I_q = 15 \Omega \cdot 2 \text{ A} = 30 \text{ V}$$

$$I_3 = \frac{U_{34}}{R_3} = \frac{30 \text{ V}}{20 \Omega} = 1,5 \text{ A}$$

$$I_4 = \frac{U_{34}}{R_4} = \frac{30 \text{ V}}{60 \Omega} = 0,5 \text{ A}$$

$$U_q = U_{34} + U_2 + U_1 = 30 \text{ V} + 40 \text{ V} + 40 \text{ V} = 110 \text{ V}$$

$$\text{b) } P_{R1} = \frac{U_1^2}{R_1} = \frac{(40 \text{ V})^2}{10 \Omega} = 160 \text{ W}$$

Aufgabe 1.3: Ströme, Spannungen, Leistung - Fortsetzung

Lösung:

c) $U_0 = 20 \text{ V}$

d) $U_0 = 70 \text{ V}$

Rechnung / Erklärung:

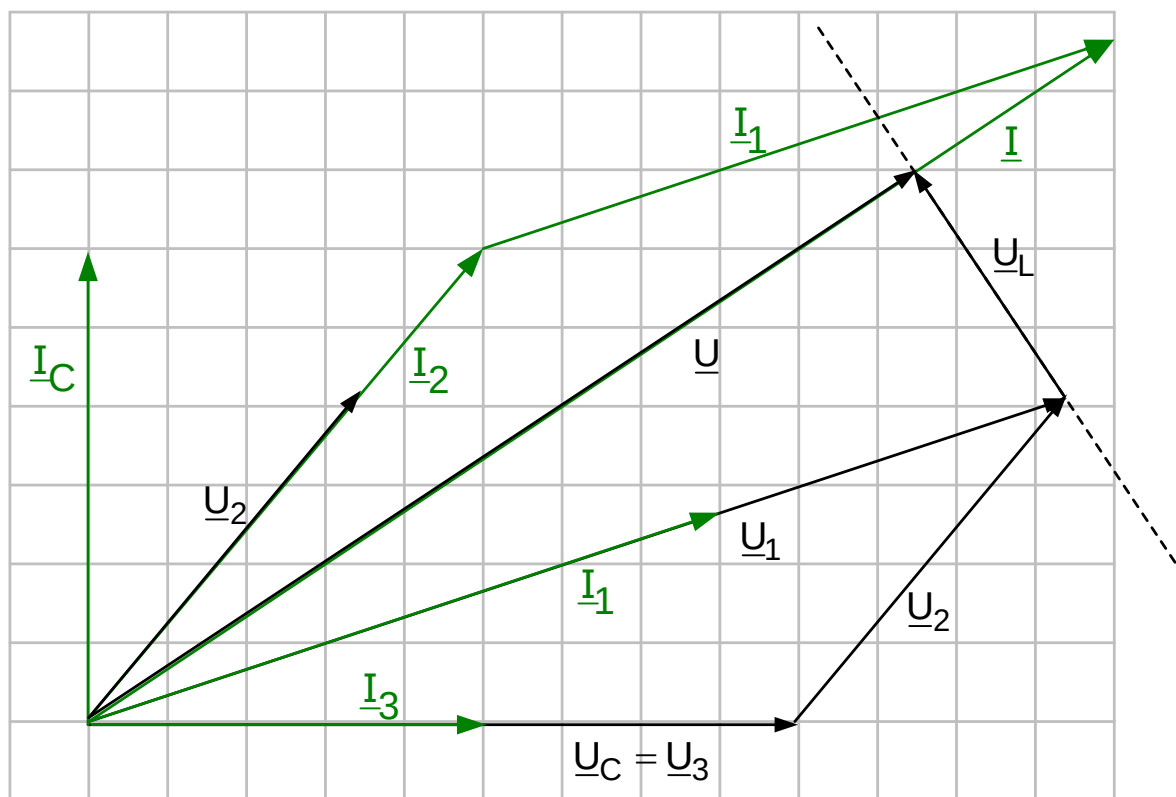
c) $I_0 = 0 \text{ A} \Rightarrow I_1 = I_q \Rightarrow U_0 = U_1 = R_1 \cdot I_q = 10 \Omega \cdot 2 \text{ A} = 20 \text{ V}$

d) $U_q = 0 \text{ V} \Rightarrow U_1 = U_0 = U_{34} + U_2 = R_{34} \cdot I_q + R_2 \cdot I_q$

$$U_0 = 2 \text{ A} \cdot (15 \Omega + 20 \Omega) = 70 \text{ V}$$

e) $I_0 = 0 \text{ A}$ bedeutet: Spannungsquelle liefert keine Energie und nimmt keine Energie auf. $U_q = 0 \text{ V}$ bedeutet: Stromquelle liefert keine Energie und nimmt keine Energie auf.**Aufgabe 2.1** Zeigerdiagramm (7 Punkte)

a)



b) $\varphi_U = \varphi_I \Rightarrow \varphi = 0 \Rightarrow \sin(\varphi) = 0 \Rightarrow Q = 0 \text{ var}$ Keine Blindleistungsaufnahme.

Aufgabe 2.2

Ströme und Spannungen (7 Punkte)

Lösung:

a) $\underline{I}_C = j \cdot 5 \text{ A}$	$\underline{I}_3 = 2 \text{ A}$	$\underline{I}_2 = 2 \text{ A} + j \cdot 5 \text{ A}$
$\underline{U}_2 = 40 \text{ V} + j \cdot 100 \text{ V}$	$\underline{U}_1 = 90 \text{ V} + j \cdot 100 \text{ V}$	$\underline{I}_1 = 9 \text{ A} + j \cdot 10 \text{ A}$
$\underline{I} = 11 \text{ A} + j \cdot 15 \text{ A}$	$\underline{U}_L = -150 \text{ V} + j \cdot 110 \text{ V}$	$\underline{U} = -60 \text{ V} + j \cdot 210 \text{ V}$

Rechnung / Erklärung:

a)

$$\underline{I}_C = \frac{\underline{U}_C}{-j \cdot X_C} = j \cdot \frac{50 \text{ V}}{10 \Omega} = j \cdot 5 \text{ A}$$

$$\underline{I}_3 = \frac{\underline{U}_3}{R_3} = \frac{50 \text{ V}}{25 \Omega} = 2 \text{ A}$$

$$\underline{I}_2 = \underline{I}_3 + \underline{I}_C = 2 \text{ A} + j \cdot 5 \text{ A}$$

$$\underline{U}_2 = R_2 \cdot \underline{I}_2 = 20 \Omega \cdot (2 \text{ A} + j \cdot 5 \text{ A}) = 40 \text{ V} + j \cdot 100 \text{ V}$$

$$\underline{U}_1 = \underline{U}_2 + \underline{U}_3 = 40 \text{ V} + j \cdot 100 \text{ V} + 50 \text{ V} = 90 \text{ V} + j \cdot 100 \text{ V}$$

$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}_1}{R_1} = \frac{90 \text{ V} + j \cdot 100 \text{ V}}{10 \Omega} = 9 \text{ A} + j \cdot 10 \text{ A}$$

$$\underline{I} = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 = 9 \text{ A} + j \cdot 10 \text{ A} + 2 \text{ A} + j \cdot 5 \text{ A} = 11 \text{ A} + j \cdot 15 \text{ A}$$

$$\underline{U}_L = j \cdot X_L \cdot \underline{I} = j \cdot 10 \Omega \cdot (11 \text{ A} + j \cdot 15 \text{ A}) = -150 \text{ V} + j \cdot 110 \text{ V}$$

$$\underline{U} = \underline{U}_L + \underline{U}_1 = -150 \text{ V} + j \cdot 110 \text{ V} + 90 \text{ V} + j \cdot 100 \text{ V} = -60 \text{ V} + j \cdot 210 \text{ V}$$

Aufgabe 2.3: Schein-, Wirk- und Blindleistung (6 Punkte)

Lösung:

$$\text{a) } \underline{S} = 1.500 \text{ VA} + j \cdot 2.000 \text{ VA} \quad P = 1.500 \text{ W} \quad Q = 2.000 \text{ var}$$

Rechnung / Erklärung:

a)

$$\begin{aligned} \underline{S} &= \underline{U} \cdot \underline{I}^* = (-50 \text{ V} + j \cdot 100 \text{ V}) \cdot (10 \text{ A} + j \cdot 20 \text{ A})^* \\ &= (-50 \text{ V} + j \cdot 100 \text{ V}) \cdot (10 \text{ A} - j \cdot 20 \text{ A}) \\ &= -50 \text{ V} \cdot 10 \text{ A} + j \cdot 50 \text{ V} \cdot 20 \text{ A} + j \cdot 100 \text{ V} \cdot 10 \text{ A} + 100 \text{ V} \cdot 20 \text{ A} \\ &= -500 \text{ VA} + j \cdot 1.000 \text{ VA} + j \cdot 1.000 \text{ VA} + 2.000 \text{ VA} \end{aligned}$$

$$\underline{S} = 1.500 \text{ VA} + j \cdot 2.000 \text{ VA}$$

b) Da $Q > 0$ ist, handelt es sich um induktive Blindleistung.

c) Induktive Blindleistung lässt sich durch kapazitive Blindleistung kompensieren, d.h. es wird ein Kondensator C benötigt.

Aufgabe 3.1: Allgemeine Grundlagen (4 Punkte)

Rechnung / Erklärung:

a) Es ist ein Energiespeicher - die Spule - in der Schaltung. Sie ist verantwortlich, weil der Strom durch L nicht springen kann / darf. Der Spulenstrom muss stetig verlaufen.

b)
$$u_L(t) = L \cdot \frac{di_L(t)}{dt}$$

c) Die Energie kennzeichnende Größe kann / darf nicht springen, d.h. sie muss stetig verlaufen. Hier: Spule L, d.h. der Spulenstrom $i_L(t)$ muss stetig verlaufen.

Aufgabe 3.2: Stationäre Ströme und Spannungen (8 Punkte)

Lösung:

a)	$i_{\text{stat1}} = 1 \text{ A}$	$i_{2,\text{stat1}} = 0 \text{ A}$	$i_{3,\text{stat1}} = 1 \text{ A}$	$i_{\text{L,stat1}} = 1 \text{ A}$
b)	$i_{\text{stat2}} = 2 \text{ A}$	$i_{2,\text{stat2}} = 1,33 \text{ A}$	$i_{3,\text{stat2}} = 0,67 \text{ A}$	$i_{\text{L,stat2}} = 2 \text{ A}$

Rechnung / Erklärung:

a)

$$S \text{ offen} \Rightarrow i_{2,\text{stat1}} = 0 \text{ A}$$

$$\Rightarrow i_{\text{stat1}} = i_{3,\text{stat1}} = i_{\text{L,stat1}} = \frac{U}{R_1 + R_3} = \frac{40 \text{ V}}{10 \Omega + 30 \Omega} = \frac{40 \text{ V}}{40 \Omega} = 1 \text{ A}$$

b)

$$S \text{ geschlossen} \Rightarrow R_2 \parallel R_3 \Rightarrow R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{15 \Omega \cdot 30 \Omega}{15 \Omega + 30 \Omega} = 10 \Omega$$

$$i_{\text{stat2}} = i_{\text{L,stat2}} = \frac{U}{R_1 + R_{23}} = \frac{40 \text{ V}}{10 \Omega + 10 \Omega} = \frac{40 \text{ V}}{20 \Omega} = 2 \text{ A}$$

$$U_{23} = R_{23} \cdot i_{\text{stat2}} = 10 \Omega \cdot 2 \text{ A} = 20 \text{ V}$$

$$i_{2,\text{stat2}} = \frac{U_{23}}{R_2} = \frac{20 \text{ V}}{15 \Omega} = 1\frac{1}{3} \text{ A} = 1,33 \text{ A}$$

$$i_{3,\text{stat2}} = \frac{U_{23}}{R_3} = \frac{20 \text{ V}}{30 \Omega} = \frac{2}{3} \text{ A} = 0,67 \text{ A}$$

Aufgabe 3.3: Differentialgleichung (DGL) I (4 Punkte)

Lösung:

a) $\tau_1 = 5 \text{ ms}$

Rechnung / Erklärung:

a)

$$S \text{ geschlossen} \Rightarrow \text{Maschenregel} \quad U = R_1 \cdot i_1(t) + R_{23} \cdot i_1(t) + L \cdot \frac{di_L(t)}{dt}$$

$$\text{Mit} \quad i_1(t) = i_L(t)$$

$$U = (R_1 + R_{23}) \cdot i_L(t) + L \cdot \frac{di_L(t)}{dt}$$

$$\frac{U}{(R_1 + R_{23})} = i_L(t) + \frac{L}{(R_1 + R_{23})} \cdot \frac{di_L(t)}{dt}$$

$$\text{Abgelesen:} \quad \tau_1 = \frac{L}{(R_1 + R_{23})} = \frac{100 \text{ mH}}{10 \Omega + 10 \Omega} = \frac{100 \text{ mH}}{20 \Omega} = 5 \text{ ms}$$

Aufgabe 3.4: Differentialgleichung (DGL) II (4 Punkte)

Lösung:

a) $\tau_2 = 2,5 \text{ ms}$

Rechnung / Erklärung:

$$a) \quad S \text{ offen} \Rightarrow \text{Maschenregel} \quad U = R_1 \cdot i_1(t) + R_3 \cdot i_1(t) + L \cdot \frac{di_L(t)}{dt}$$

$$\text{Mit} \quad i_1(t) = i_L(t) \quad U = (R_1 + R_3) \cdot i_L(t) + L \cdot \frac{di_L(t)}{dt}$$

$$\frac{U}{(R_1 + R_3)} = i_L(t) + \frac{L}{(R_1 + R_3)} \cdot \frac{di_L(t)}{dt}$$

$$\text{Abgelesen:} \quad \tau_2 = \frac{L}{(R_1 + R_3)} = \frac{100 \text{ mH}}{10 \Omega + 30 \Omega} = \frac{100 \text{ mH}}{40 \Omega} = 2,5 \text{ ms}$$

Aufgabe 3.4:

Differentialgleichung (DGL) II - Fortsetzung

Lösung:

b) $k = 1 \text{ A}$

Rechnung / Erklärung:

b)

$$i_L(t = 0_+) = i_L(t = 0_-) = i_{L,\text{stat2}} = 2 \text{ A} = k \cdot e^0 + 1 \text{ A}$$

$$k = 2 \text{ A} - 1 \text{ A} = 1 \text{ A}$$

Platz für Notizen:

Aufgabe 4.1: Arbeitspunkteinstellung (11 Punkte)

Lösung:

c) $R_C = 300 \, \Omega$

$I_{B,AP} = 0,1 \, \text{mA} = 100 \, \mu\text{A}$

d) $I_{2,AP} = 1 \, \text{mA}$

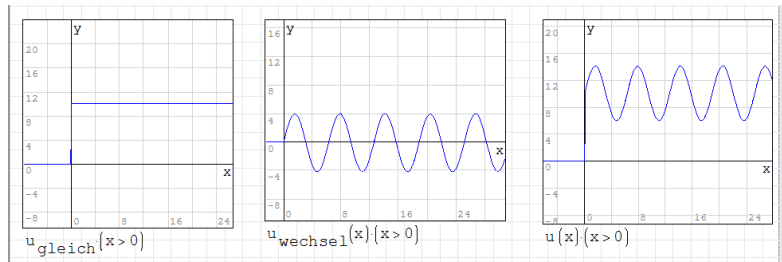
$I_{1,AP} = 1,1 \, \text{mA}$

$R_1 = 10.345 \, \Omega$

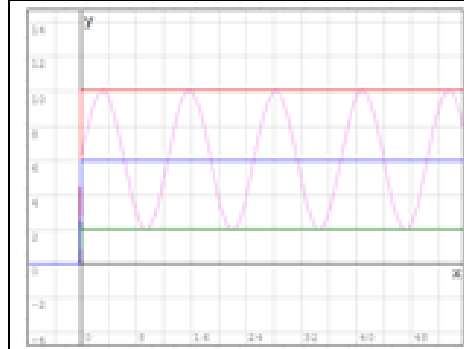
$R_2 = 620 \, \Omega$

Rechnung / Erklärung:

a) Eine Mischgröße besteht aus Gleichanteil und überlagertem Wechselanteil.



b)



Bei $U_{CE,AP} = 0,5 \cdot U_{Bat}$ kann der Verstärker nach beiden Seiten, d.h. für positive und negative Signalhalbwellen symmetrisch (d.h. gleich) angesteuert werden. Die Aussteuerbarkeit ist somit maximal.

$$c) \quad R_C = \frac{U_{RC,AP}}{I_{C,AP}} = \frac{U_{Bat} - U_{CE,AP}}{I_{C,AP}} = \frac{0,5 \cdot U_{Bat}}{I_{C,AP}} = \frac{6 \, \text{V}}{20 \, \text{mA}} = 300 \, \Omega$$

$$I_{B,AP} = \frac{I_{C,AP}}{\beta} = \frac{20 \, \text{mA}}{200} = 0,1 \, \text{mA} = 100 \, \mu\text{A}$$

$$d) \quad I_{2,AP} = 10 \cdot I_{B,AP} = 10 \cdot 0,1 \, \text{mA} = 1 \, \text{mA}$$

$$I_{1,AP} = I_{2,AP} + I_{B,AP} = 10 \, \text{mA} + 0,1 \, \text{mA} = 1,1 \, \text{mA}$$

$$R_1 = \frac{U_{R1,AP}}{I_{1,AP}} = \frac{U_{Bat} - U_{BE,AP}}{I_{1,AP}} = \frac{12 \, \text{V} - 0,62 \, \text{V}}{1,1 \, \text{mA}} = 10.345 \, \Omega$$

$$R_2 = \frac{U_{BE,AP}}{I_{2,AP}} = \frac{0,62 \, \text{V}}{1 \, \text{mA}} = 620 \, \Omega$$

Aufgabe 4.1: Arbeitspunkteinstellung - Fortsetzung

Lösung:

e) $R_{BE} = 200 \, \Omega$

Rechnung / Erklärung:

e)
$$R_{BE} = \frac{U_{BE,AP} - U_{BE0}}{I_{B,AP}} = \frac{0,62 \, V - 0,6 \, V}{1 \, mA} = 200 \, \Omega$$

Aufgabe 4.2: Transistor - Verlustleistung (3 Punkte)

Lösung:

b) $P_{tot} > 120,06 \, mW$

Rechnung / Erklärung:

a) Der Transistor wird sonst zu heiß und brennt durch, d.h. er geht kaputt.

$$\begin{aligned}
 P_{tot} &> U_{CE,AP} \cdot I_{C,AP} + U_{BE,AP} \cdot I_{B,AP} \\
 P_{tot} &> 6 \, V \cdot 20 \, mA + 0,62 \, V \cdot 0,1 \, mA \\
 P_{tot} &> 120 \, mW + 0,062 \, mW \\
 P_{tot} &> 120,062 \, mW
 \end{aligned}$$

Aufgabe 4.3: Wechselstromverhalten (6 Punkte)

Rechnung / Erklärung:

a) Die Kondensatoren C_1 und C_2 werden auch als Koppelkondensatoren bezeichnet.

Sie blockieren die Gleichanteile.

Spulen können nicht verwendet werden, da sie für Gleichgrößen wie Kurzschlüsse wirken.

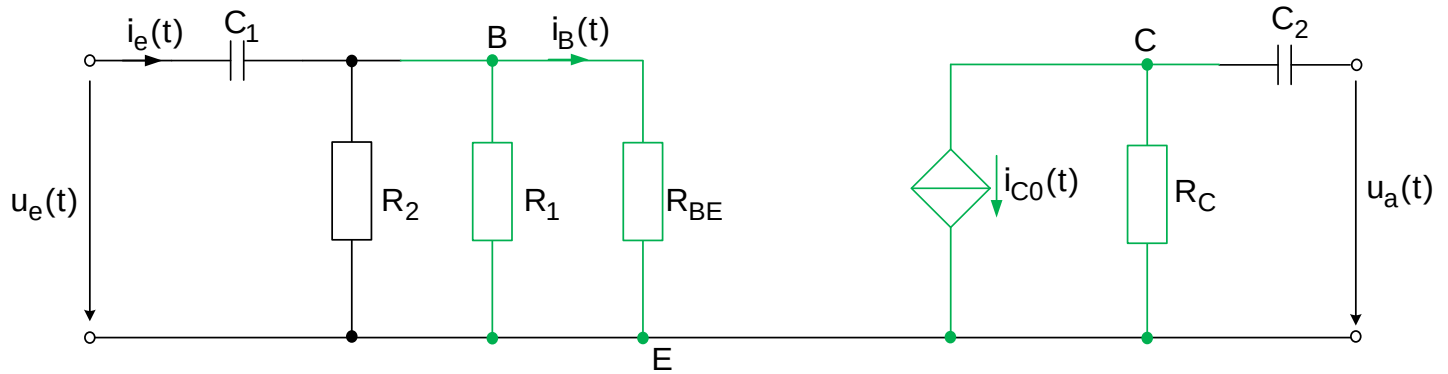
Aufgabe 4.3: Wechselstromverhalten - Fortsetzung

Lösung:

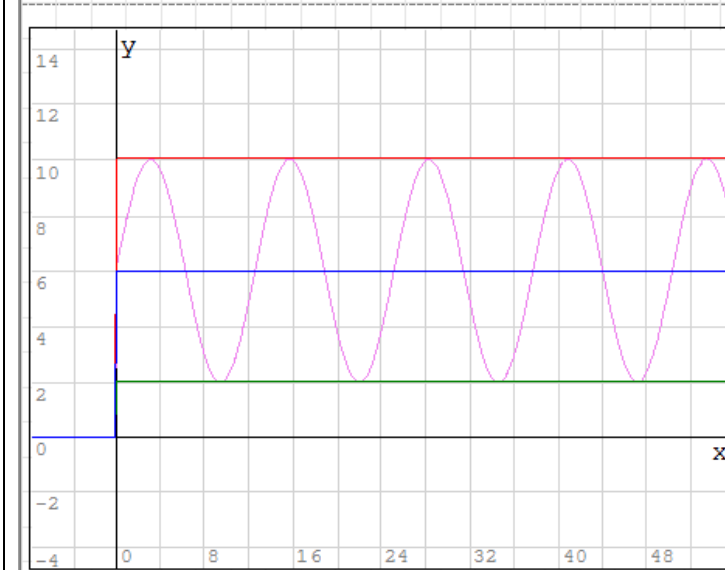
c) $\hat{u}_e = 20 \text{ mV}$

Rechnung / Erklärung:

b)



c)



$$\begin{aligned}\hat{u}_e &= \frac{\hat{u}_{CE}}{v_U} = \\ &= \frac{10 \text{ V} - 6 \text{ V}}{200} = \\ &= \frac{6 \text{ V} - 2 \text{ V}}{200} = 20 \text{ mV}\end{aligned}$$

Platz für Notizen:

Aufgabe 5.1: Schaltungsteil 1 (8 Punkte)

Lösung:

b) Konstante = $-1/s$

Rechnung / Erklärung:

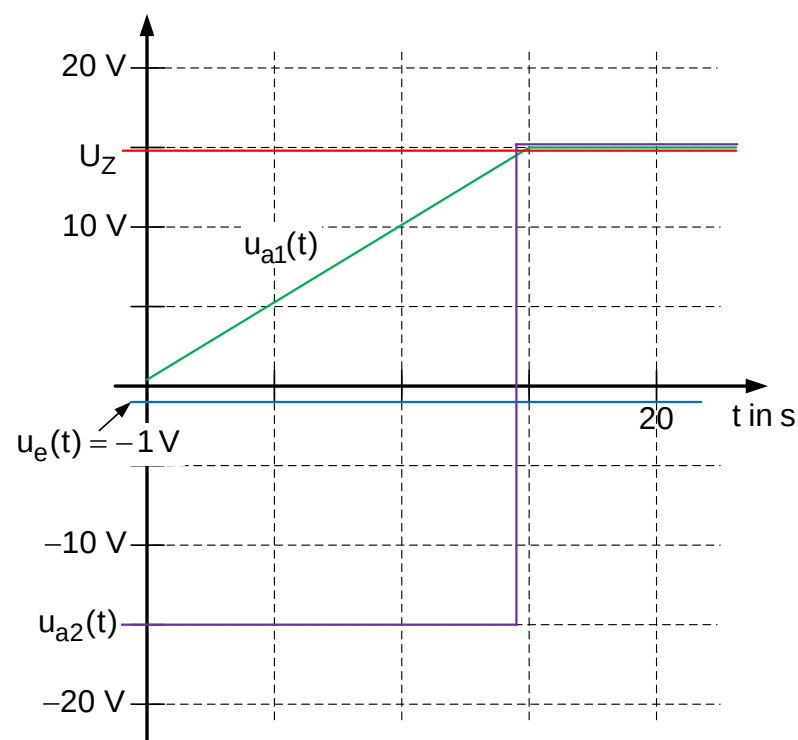
a) Grundschialtung: Integrierer

$$b) \quad u_a(t) = \frac{-1}{R_1 \cdot C_1} \cdot \int_0^t u_e(\tau) \cdot d\tau$$

$$\text{Konstante: } \frac{-1}{R_1 \cdot C_1} = \frac{-1}{10.000 \, \Omega \cdot 100 \cdot 10^{-6} \, \text{F}} = \frac{-1}{s}$$

$$c) \quad u_{a2}(t) = \frac{-1}{s} \cdot (-1 \, \text{V}) \cdot t = 1 \frac{\text{V}}{s} \cdot t \quad \text{Bitte in das Zeitdiagramm unten eintragen.}$$

d) Für $t > 15 \, \text{s}$ geht der OP in Begrenzung, da er am Ausgang nicht mehr Spannung liefern kann als die Versorgungsspannung (15 V).

Zeitdiagramm zur Aufgabe 5

Aufgabe 5.2: Schaltungsteil 2 (8 Punkte)

Rechnung / Erklärung:

a) Grundschialtung: Komparatorb) $u_d(t) = u_{a1}(t) - U_Z$

c)

	$u_d(t)$	$u_{a2}(t)$	LED	
			leuchtet	leuchtet nicht
$u_{a1}(t) > U_Z$	> 0	+15 V	x	
$u_{a1}(t) < U_Z$	< 0	-15 V		x

d) Bitte in das Zeitdiagramm auf voriger Seite eintragen.

Aufgabe 5.3: Gesamtfunktion (4 Punkte)

Rechnung / Erklärung:

a) Die LED leuchtet praktisch, wenn der Integrierer in Begrenzung geht, d.h. sie zeigt an, dass der Integrierer seine Integrationsfunktion nicht mehr erfüllen kann.

b) Für $u_e(t) = +1 \text{ V}$ ist $u_{a1}(t) < 0$ und somit $u_d(t) < 0$

Damit ist $u_{a2}(t) = -15 \text{ V}$ die LED leuchtet somit nie.

Die Anzeige- bzw. Überwachungsfunktion ist somit nicht mehr erfüllt.

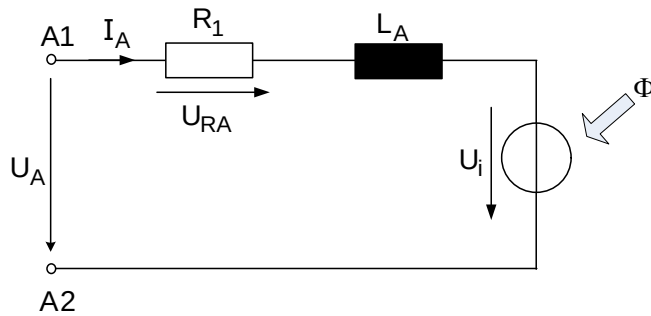
Platz für Notizen:

Aufgabe 6.1:

Ersatzschaltbild des Gleichstrommotors (3 Punkte)

Rechnung / Erklärung:

a)



- b) Es werden stationäre Verhältnisse vorausgesetzt, d.h. $I_A = \text{konstant}$, d.h. die Spannung an der Induktivität ist null (Spule wirkt bei Gleichstrom wie Kurzschluss).

Aufgabe 6.2:

Größen bei Nennbetrieb (7 Punkte)

Lösung:

$$\begin{array}{lll} \text{a)} & P_{\text{el},N} = 40 \text{ kW} & P_{V,N} = 2 \text{ kW} & \eta_N = 95 \% \\ & U_{i,N} = 380 \text{ V} & M_N = 91 \text{ Nm} & \end{array}$$

Rechnung / Erklärung:

a)

$$P_{\text{el},N} = U_{A,N} \cdot I_{A,N} = 400 \text{ V} \cdot 100 \text{ A} = 40 \text{ kW}$$

$$P_{V,N} = P_{\text{el},N} - P_N = 40 \text{ kW} - 38 \text{ kW} = 2 \text{ kW}$$

$$\eta_N = \frac{P_N}{P_{\text{el},N}} = \frac{38 \text{ kW}}{40 \text{ kW}} = 0,95 = 95 \%$$

$$U_{i,N} = \frac{P_N}{I_{A,N}} = \frac{38 \text{ kW}}{100 \text{ A}} = 380 \text{ V}$$

$$M_N = \frac{P_N}{2 \cdot \pi \cdot \eta_N} = \frac{38 \text{ kW}}{2 \cdot \pi \cdot \frac{4.000 \text{ min}^{-1}}{60 \text{ s} \cdot \text{min}^{-1}}} = 91 \text{ Nm}$$

Aufgabe 6.2: Größen bei Nennbetrieb - Fortsetzung

Lösung:

b) $R_A = 0,2 \, \Omega$

c) $c \cdot \Phi = 907 \, \text{mVs}$

Rechnung / Erklärung:

$$\text{b) } R_A = \frac{P_{V,N}}{I_{A,N}^2} = \frac{2.000 \, \text{W}}{(100 \, \text{A})^2} = 0,2 \, \Omega = 200 \, \text{m}\Omega$$

c)

$$c \cdot \Phi = \frac{U_{i,N}}{2 \cdot \pi \cdot n_N} = \frac{380 \, \text{V}}{2 \cdot \pi \cdot \frac{4.000 \, \text{min}^{-1}}{60 \, \text{s} \cdot \text{min}^{-1}}} = 907 \, \text{mVs}$$

Aufgabe 6.3: Anlauf bzw. Stillstand (4 Punkte)

Lösung:

a) $I_{A,St} = 2.000 \, \text{A}$

b) $M_{St} = 1820 \, \text{Nm}$

c) $U = 40 \, \text{V}$

Rechnung / Erklärung:

$$\text{a) } I_{A,St} = \frac{U_{A,N}}{R_A} = \frac{400 \, \text{V}}{0,2 \, \Omega} = 2.000 \, \text{A}$$

$$I_{A,St} = 20 \cdot I_{A,N} \quad \text{ist nicht zulässig!!}$$

$$\text{b) } M_{St} = \frac{I_{A,St}}{I_{A,N}} \cdot M_N = \frac{2.000 \, \text{A}}{100 \, \text{A}} \cdot 91 \, \text{Nm} = 1.820 \, \text{Nm}$$

c)

$$I_{A,St} = 2 \cdot I_{A,N} = 200 \, \text{A} \quad U = R_A \cdot I_{A,St} = 0,2 \, \Omega \cdot 200 \, \text{A} = 40 \, \text{V}$$

Platz für Notizen:

Aufgabe 6.4: Kurzzeitiger Überlastbetrieb (6 Punkte)

Lösung:

a) $I_A = 110,6 \text{ A}$

Rechnung / Erklärung:

a) $P_{\text{mech}} = U_i \cdot I_A = U_i \cdot \frac{U - U_i}{R_A}$

$$P_{\text{mech}} = U_i \cdot \frac{U}{R_A} - \frac{U_i^2}{R_A}$$

$$U_i^2 - U \cdot U_i + P_{\text{mech}} \cdot R_A = 0$$

$$U_{i,1,2} = \frac{U}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{U}{2}\right)^2 - P_{\text{mech}} \cdot R_A} = 200 \text{ V} \pm \sqrt{(200 \text{ V})^2 - 11 \cdot 38.000 \text{ W} \cdot 0,2 \Omega}$$

$$U_{i,1,2} = 200 \text{ V} \pm 177,88 \text{ V}$$

$$U_{i,1} = 200 \text{ V} + 177,88 \text{ V} = 377,88 \text{ V}$$

$$U_{i,2} = 200 \text{ V} - 177,88 \text{ V} = 22,12 \text{ V} \quad \text{phys. Nicht sinnvoll, da Strom sonst zu groß!}$$

$$I_A = \frac{U - U_{i,1}}{R_A} = \frac{400 \text{ V} - 377,88 \text{ V}}{0,2 \Omega} = 110,6 \text{ A}$$