

Aufgabe 1 – Gleichstrom

Aufgabe 1.1 – Ströme und Spannungen bei offenem Schalter

a) Ströme I_2 , I_3 , I_4 und I_5 :

$$I_2 = I_0 \cdot \frac{R_3 + R_4 + R_5}{R_2 + R_3 + R_4 + R_5} = 2,2 \text{ A} \cdot \frac{(4 + 6 + 22) \Omega}{(12 + 4 + 6 + 22) \Omega} = 1,6 \text{ A}$$

$$I_3 = I_4 = I_5 = I_0 - I_2 = 2,2 \text{ A} - 1,6 \text{ A} = 0,6 \text{ A}$$

b) Leerlaufspannung $U_{AB,LL}$:

$$U_{AB,LL} = R_5 \cdot I_5 = 22 \Omega \cdot 0,6 \text{ A} = 13,2 \text{ V}$$

c) Spannung U_0 an der Stromquelle:

$$U_0 = U - R_1 \cdot I_0 - R_2 \cdot I_2 = 20 \text{ V} - 10 \Omega \cdot 2,2 \text{ A} - 12 \Omega \cdot 1,6 \text{ A} = -21,2 \text{ V}$$

Aufgabe 1.2

a) Von den Quellen abgegebene elektrische Leistung P_{el} :

$$P_{el} = U \cdot I_0 - U_0 \cdot I_0 = 20 \text{ V} \cdot 2,2 \text{ A} - (-21,2 \text{ V}) \cdot 2,2 \text{ A}$$

$$P_{el} = 44 \text{ W} + 44,64 \text{ W} = 90,64 \text{ W}$$

b) Wärmeleistung P_R in den ohmschen Widerständen R_1 bis R_5 :

$$P_R = R_1 \cdot I_0^2 + R_{2345} \cdot I_0^2 = I_0^2 \cdot \left[R_1 + \frac{R_2 \cdot (R_3 + R_4 + R_5)}{R_2 + R_3 + R_4 + R_5} \right]$$

$$P_R = (2,2 \text{ A})^2 \cdot \left[10 \Omega + \frac{12 \Omega \cdot (4 + 6 + 22) \Omega}{(12 + 4 + 6 + 22) \Omega} \right] = 90,64 \text{ W}$$

Vergleich der Leistungen P_{el} und P_R :

$$P_R = P_{el} \quad \text{Leistungsbilanz erfüllt.}$$

Aufgabe 1.3 – Schalter ist nun geschlossen
a) Wert von R_L für Kurzschluss und Kurzschlussstrom $I_{AB,KS}$:

$$KS \Leftrightarrow R_L = 0 \, \Omega \quad R_5 \text{ ist wirkungslos!}$$

$$I_{AB,KS} = I_0 \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_3 + R_4} = 2,2 \, A \cdot \frac{12 \, \Omega}{(12 + 4 + 6) \, \Omega} = 1,2 \, A$$

b) R_{ers} links der Klemmen AB aus $U_{AB,LL}$ und $I_{AB,KS}$:

$$R_{ers} = \frac{U_{AB,LL}}{I_{AB,KS}} = \frac{13,2 \, V}{1,2 \, A} = 11 \, \Omega$$

c) R_{ers} links der Klemmen AB durch Zusammenfassen der Widerstände:

$$R_{ers} = \frac{R_5 \cdot (R_2 + R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4 + R_5} = \frac{22 \, \Omega \cdot (12 + 4 + 6) \, \Omega}{(12 + 4 + 6 + 22) \, \Omega} = 11 \, \Omega$$

Vergleich Ergebnisse aus b) mit c):

Die Ergebnisse sind gleich. Dies muss auch so sein!

d) Wert von R_L , sodass $P_L = P_{L,max}$ wird:

$$\text{Leistungsanpassung: } R_L = R_i = 11 \, \Omega$$

$$P_L = R_L \cdot \left(\frac{U_{AB,LL}}{R_i + R_L} \right)^2 = 11 \, \Omega \cdot \left(\frac{13,2 \, V}{11 \, \Omega + 11 \, \Omega} \right)^2 = 3,96 \, W$$

 $\Sigma A 1$

Aufgabe 2 – Schaltvorgänge – Kondensator**Aufgabe 2.1 – Kondensator**

a) Grundgesetz für C: $i_C(t) = C \cdot \frac{du_C(t)}{dt}$

b) Energie kennzeichnende Größe:

Die Spannung $u_C(t)$, da sie in der Ableitung steht. Sie darf bzw. kann nicht springen.

c) Verhalten des Kondensators bei $t = 0$ s und für $t \rightarrow \infty$ s.

$t = 0$ s: Spannung an C ist null $\rightarrow$ Kurzschluss

$t \rightarrow \infty$ s: Strom ist null $\rightarrow$ Leerlauf

Aufgabe 2.2 – Schalter S wird bei $t = 0$ s geschlossen.**a) Ungeladener Kondensator für $t < 0$ s:**

$$u_C(t = 0 \text{ s}) = \frac{U \cdot R_2}{R_1 + R_2} \cdot (1 - e^{-0}) = \frac{U \cdot R_2}{R_1 + R_2} \cdot (1 - 1) = 0 \text{ V}$$

$$u_C(t = 0_+ \text{ s}) = u_C(t = 0_- \text{ s}) = u_C(t < 0 \text{ s}) = 0 \text{ V} \leftarrow \text{Ungeladener Kondensator.}$$

b) Zeitkonstante τ_1 in ms und $u_{C, \text{stat}}$:

$$\tau_1 = 200 \mu\text{F} \cdot \left[30 \Omega + \frac{10 \Omega \cdot 15 \Omega}{10 \Omega + 15 \Omega} \right] = 7,2 \text{ ms}$$

$$u_{C, \text{stat}} = \frac{U \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{20 \text{ V} \cdot 15 \Omega}{10 \Omega + 15 \Omega} = 12 \text{ V}$$

c) Kondensatorstrom $i_C(t = 0 \text{ s})$:

$$i(0 \text{ s}) = \frac{U}{R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}} = \frac{20 \text{ V}}{10 \Omega + \frac{15 \Omega \cdot 30 \Omega}{15 \Omega + 30 \Omega}} = 1 \text{ A}$$

$$i_C(0 \text{ s}) = i(0 \text{ s}) \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_3} = \frac{1 \text{ A} \cdot 15 \Omega}{15 \Omega + 30 \Omega} = 333 \text{ mA}$$

d) $u_C(t_1)$ und $i_C(t_1)$ zum Zeitpunkt $t_1 = 1,8 \cdot \tau_1$:

$$u_C(t_1) = 12 \text{ V} \cdot (1 - e^{-18}) = 10 \text{ V}$$

$$i_C = C \cdot \frac{du_C}{dt} = C \cdot \frac{U \cdot R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{1}{\tau_1} \cdot e^{-\frac{t}{\tau_1}} = \frac{U \cdot R_2}{R_1 + R_2} \cdot C \cdot \frac{1}{C \cdot \left[R_3 + \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \right]} \cdot e^{-\frac{t}{\tau_1}}$$

$$i_C = \frac{U \cdot R_2}{(R_1 + R_2) \cdot R_3 + R_1 \cdot R_2} \cdot e^{-\frac{t}{\tau_1}}$$

$$i_C(t_1) = \frac{20 \text{ V} \cdot 15 \Omega}{(10 \Omega + 15 \Omega) \cdot 30 \Omega + 10 \Omega \cdot 15 \Omega} \cdot e^{-18} = 55 \text{ mA}$$

Aufgabe 2.3 – Schalter S wird zum Zeitpunkt $t_1 = 1,8 \cdot \tau_1$ wieder geöffnet.

a) Bestimmung der Konstanten k aus der Anfangsbedingung:

$$u_C(t_1) = 10 \text{ V} = k \cdot e^{-0} = k \quad k = 10 \text{ V}$$

b) Kondensatorspannung $u_{C,\text{stat}}$ für $t \rightarrow \infty$ s:

$u_{C,\text{stat}} = 0 \text{ V}$, weil sich der Kondensator über R_2 und R_3 entlädt.

c) Strom $i_C(t = t_1)$ kurz nach dem Öffnen von S:

$$i_C(t_1) = -\frac{u_C(t_1)}{R_2 + R_3} = -\frac{10 \text{ V}}{15 \Omega + 30 \Omega} = -222 \text{ mA}$$

d) Zeit $t = t_2$, bei der die Spannung $u_C(t_2) = 2 \text{ V}$ beträgt:

$$u_C(t_2) = 2 \text{ V} = 10 \text{ V} \cdot e^{-\frac{(t_2 - t_1)}{\tau_2}}$$

$$\frac{2 \text{ V}}{10 \text{ V}} = e^{-\frac{(t_2 - t_1)}{\tau_2}}$$

$$t_2 = -\tau_2 \cdot \ln(0,2) + t_1$$

$$\tau_2 = 200 \mu\text{F} \cdot (15 \Omega + 30 \Omega) = 9 \text{ ms}$$

$$t_2 = -9 \text{ ms} \cdot \ln(0,2) + 1,8 \cdot 7,2 \text{ ms} = 27,5 \text{ ms}$$

$\Sigma A 2$

Aufgabe 3 – Wechselstrom

Aufgabe 3.1 – L und C

a) Induktivität L in mH und Kapazität C in μF :

$$L = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f} = \frac{36 \, \Omega}{2 \cdot \pi \cdot 50 \, \text{s}^{-1}} = 114,6 \, \text{mH}$$

$$C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \, \text{s}^{-1} \cdot 60 \, \Omega} = 53,05 \, \mu\text{F}$$

b) Unterschied zwischen L und C bei sinusförmiger Anregung:

Bei L eilt die Spannung dem Strom um 90° vor.

Bei C eilt die Spannung dem Strom um 90° nach.

Aufgabe 3.2 – Impedanzen, Ströme und Spannungen.

a) Impedanzen $\underline{Z}_{RC}$, $\underline{Z}_{RL}$ und $\underline{Z}$. Strom $\underline{I}$. Effektivwerte U_L , I_L und I_{R2} :

$$\underline{Z}_{RC} = R_1 - j \cdot X_C = (6 - j \cdot 60) \, \Omega$$

$$\underline{Z}_{RL} = \frac{R_2 \cdot j \cdot X_L}{R_2 + j \cdot X_L} = \frac{j \cdot 120 \cdot 36 \, \Omega^2}{(120 + j \cdot 36) \, \Omega} = \frac{j \cdot 4.320 \, \Omega^2}{125,28 \, \Omega \cdot e^{j16,7^\circ}}$$

$$\underline{Z}_{RL} = 34,48 \, \Omega \cdot e^{j73,3^\circ} = (9,91 + j \cdot 33) \, \Omega$$

$$\underline{Z} = \underline{Z}_{RC} + \underline{Z}_{RL} = (15,91 - j \cdot 27) \, \Omega = 31,3 \, \Omega \cdot e^{-j59,5^\circ}$$

$$\underline{I} = \frac{U}{\underline{Z}} = \frac{100 \, \text{V}}{31,3 \, \Omega \cdot e^{-j59,5^\circ}} = 3,2 \, \text{A} \cdot e^{j59,5^\circ}$$

$$I = 3,2 \, \text{A}$$

$$U_L = Z_{RL} \cdot I = 34,48 \, \Omega \cdot 3,2 \, A = 110,3 \, V$$

$$I_L = \frac{U_L}{X_L} = \frac{110,3 \, V}{36 \, \Omega} = 3,06 \, A$$

$$I_{R2} = \frac{U_L}{R_2} = \frac{110,3 \, V}{120 \, \Omega} = 0,92 \, A$$

b) S, P und Q:

$$\underline{S} = \underline{U} \cdot \underline{I}^* = 100 \, V \cdot 3,2 \, A \cdot e^{-j \cdot 59,5^\circ} = 320 \, VA \cdot e^{-j \cdot 59,5^\circ}$$

$$\underline{S} = (162,4 - j \cdot 275,7) \, VA$$

$$P = \operatorname{Re}(\underline{S}) = 162,4 \, W \quad Q = \operatorname{Im}(\underline{S}) = -275,7 \, \text{var} \quad \text{kapazitiv}$$

c) P und Q aus Teilleistungen:

$$P = R_1 \cdot I^2 + R_2 \cdot I_{R2}^2 = 6 \, \Omega \cdot (3,2 \, A)^2 + 120 \, \Omega \cdot (0,92 \, A)^2 = 163 \, W$$

$$Q = X_L \cdot I_L^2 - X_C \cdot I^2 = 36 \, \Omega \cdot (3,06 \, A)^2 - 60 \, \Omega \cdot (3,2 \, A)^2 = -277,3 \, \text{var}$$

Differenzen zu b) sind rundungsbedingt!!

Aufgabe 3.3 – Phasenverschiebung von 90°.

a) Blindwiderstand X_{C1} in Ohm:

$$X_{C1} = 36 \, \Omega \cdot \frac{6 \, \Omega + 120 \, \Omega}{120 \, \Omega} = 37,8 \, \Omega$$

b) Impedanz $\underline{Z}$, Strom $\underline{I}$, Spannung $\underline{U}_L$ und φ_{UL} .

$$\underline{Z} = (6 - j \cdot 37,8) \Omega + (9,91 + j \cdot 33) \Omega = (15,91 - j \cdot 4,8) \Omega$$

$$\underline{Z} = 16,6 \Omega \cdot e^{-j16,8^\circ}$$

$$\underline{I} = \frac{\underline{U}}{\underline{Z}} = \frac{100 \text{ V}}{16,6 \Omega \cdot e^{-j16,8^\circ}} = 6,02 \text{ A} \cdot e^{j16,8^\circ}$$

$$\underline{U}_L = \underline{Z}_{RL} \cdot \underline{I} = (9,91 + j \cdot 33) \Omega \cdot 6,02 \text{ A} \cdot e^{j16,8^\circ}$$

$$\underline{U}_L = 34,5 \Omega \cdot e^{j73,3^\circ} \cdot 6,02 \text{ A} \cdot e^{j16,8^\circ} = 207,69 \text{ V} \cdot e^{j90,1^\circ}$$

$$\varphi_{UL} = 90,1^\circ \approx 90^\circ$$

$\underline{U}_L$ eilt $\underline{U}$ um 90° vor.

$$\varphi_U = 0^\circ$$

$\Sigma A 3$

$$R_2 = \frac{U_{BE,AP}}{I_2} = \frac{0,633 \text{ V}}{1,32 \text{ mA}} = 471 \Omega$$

$$I_1 = I_2 + I_{B,AP} = 7 \cdot 220 \mu\text{A} = 1,54 \text{ mA}$$

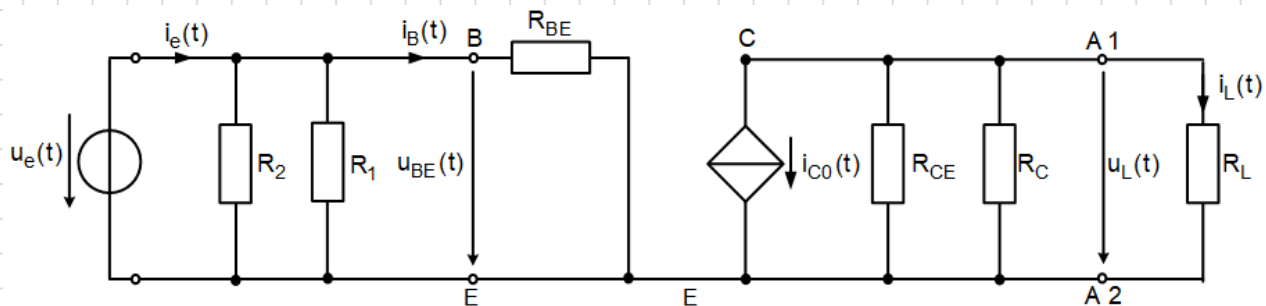
$$R_1 = \frac{U_{\text{Bat}} - U_{BE,AP}}{I_1} = \frac{12 \text{ V} - 0,633 \text{ V}}{1,54 \text{ mA}} = 7,38 \text{ k}\Omega$$

e) Verlustleistung $P_{VT,AP}$ des Transistors im AP.

$$P_{VT,AP} = U_{CE,AP} \cdot I_{C,AP} = 6 \text{ V} \cdot 60 \text{ mA} = 360 \text{ mW}$$

Aufgabe 4.2 – Wechselstromverhalten.

a) Wechselstrom-Ersatzschaltbild



b) Folgende Größen sollen berechnet werden:

Amplitude $\hat{i}_B$ des Basisstroms i_B

$$\hat{i}_B = \frac{u_e}{R_{BE}} = \frac{12 \text{ mV}}{150 \Omega} = 80 \mu\text{A}$$

Amplitude $\hat{i}_{C0}$ des Stromes der gesteuerten Stromquelle.

$$\hat{i}_{C0} = \beta \cdot \hat{i}_B = 250 \cdot 80 \mu\text{A} = 20 \text{ mA}$$

Ausgangswiderstand R_a (unbelastete Klemmen A1-A2!).

$$R_a = \frac{R_{CE} \cdot R_C}{R_{CE} + R_C} = \frac{100 \, \Omega \cdot 1.200 \, \Omega}{100 \, \Omega + 1.200 \, \Omega} = 92,3 \, \Omega$$

Amplitude $\hat{u}_L$ der Spannung $u_L(t)$.

$$u_L = \hat{i}_{C0} \cdot \frac{R_a \cdot R_L}{R_a + R_L} = 20 \, \text{mA} \cdot \frac{92,3 \, \Omega \cdot 92,3 \, \Omega}{92,3 \, \Omega + 92,3 \, \Omega} = 0,923 \, \text{V}$$

Leistung P_L im Lautsprecher.

$$P_L = \frac{U_L^2}{R_L} = \frac{\left(\frac{u_L}{\sqrt{2}}\right)^2}{92,3 \, \Omega} = 4,615 \, \text{mW}$$

Leistung P_e der Signalspannungsquelle.

$$P_e = \frac{U_e^2}{R_{\text{ges},e}} = \frac{\left(\frac{u_e}{\sqrt{2}}\right)^2}{R_{\text{ges},e}}$$

$$R_{\text{ges},e} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{BE}}} = \frac{1}{\frac{1}{7.380 \, \Omega} + \frac{1}{471 \, \Omega} + \frac{1}{150 \, \Omega}} = 112 \, \Omega$$

$$P_e = \frac{\left(\frac{12 \, \text{mV}}{\sqrt{2}}\right)^2}{112 \, \Omega} = 0,643 \, \mu\text{W}$$

Leistungsverstärkung $v_P = P_L/P_e$.

$$v_P = \frac{P_L}{P_e} = \frac{4,615 \, \text{mW}}{0,643 \, \mu\text{W}} \approx 7.177$$

$\Sigma A \, 4$

Aufgabe 5 – Operationsverstärkerschaltung

Aufgabe 5.1 – Schaltungsteil 1

a) OP-Grundsaltung:

Integrierer

b) Zusammenhang $u_{a1}(t) = f(u_e(t))$

$$u_{a1}(t) = -\frac{1}{R \cdot C} \cdot \int u_e(\tau) \cdot d\tau$$

c) Zeitfunktion $u_{a1}(t)$ für das Intervall $0 \text{ s} \leq t \leq 3 \text{ s}$ und $u_{a1}(t = 3 \text{ s})$.

$$u_{a1}(t) = -\frac{1}{10 \text{ k}\Omega \cdot 100 \text{ }\mu\text{F}} \cdot \int_0^t 2 \text{ V} \cdot d\tau = \frac{-2 \text{ V}}{\text{s}} \cdot t + k_1$$

$$u_{a1}(t = 0 \text{ s}) = u_C(t = 0 \text{ s}) = 0 \text{ V} = \frac{-2 \text{ V}}{\text{s}} \cdot 0 \text{ s} + k_1$$

Integrationskonstante: $k_1 = 0 \text{ V}$

Somit: $u_{a1}(t) = \frac{-2 \text{ V}}{\text{s}} \cdot t$

$$u_{a1}(t = 3 \text{ s}) = \frac{-2 \text{ V}}{\text{s}} \cdot 3 \text{ s} = -6 \text{ V}$$

d) Zeitfunktion $u_{a1}(t)$ für das Intervall $3 \text{ s} \leq t \leq 6 \text{ s}$ und $u_{a1}(t = 6 \text{ s})$.

$$u_{a1}(t) = -\frac{1}{\text{s}} \cdot \int_{3 \text{ s}}^t -2 \text{ V} \cdot d\tau = \frac{2 \text{ V}}{\text{s}} \cdot (t - 3 \text{ s}) + k_2$$

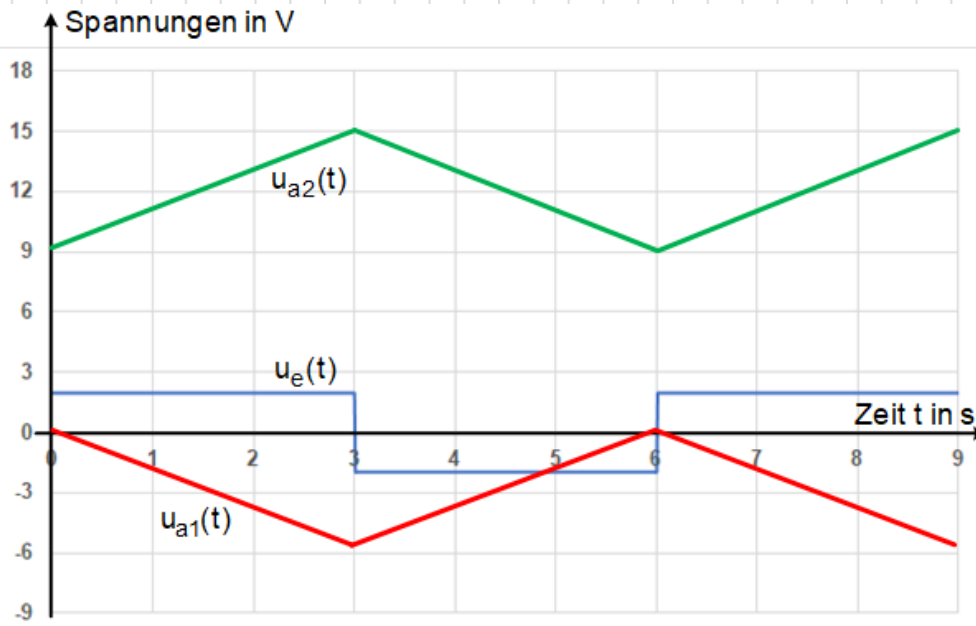
$$u_{a1}(t = 3 \text{ s}) = -6 \text{ V} = \frac{2 \text{ V}}{\text{s}} \cdot (3 \text{ s} - 3 \text{ s}) + k_2$$

Integrationskonstante: $k_2 = -6 \text{ V}$

Somit: $u_{a1}(t) = \frac{2 \text{ V}}{\text{s}} \cdot (t - 3 \text{ s}) - 6 \text{ V}$

$$u_{a1}(t = 6 \text{ s}) = \frac{2 \text{ V}}{\text{s}} \cdot (6 \text{ s} - 3 \text{ s}) - 6 \text{ V} = 0 \text{ V}$$

e) Zeitlicher Verlauf von $u_{a1}(t)$ ins Diagramm einzeichnen.



Aufgabe 5.2 – Schaltungsteil 2

a) OP-Grundsaltung:

Invertierender Addierer.

b) Zusammenhang $u_{a2}(t) = f(u_{a1}(t), U, R_1, R_2 = R_3)$. Sonderfall $R_1 = R_2 = R_3$

$$u_{a2}(t) = -R_3 \cdot \left(\frac{u_{a1}(t)}{R_1} + \frac{U}{R_2} \right)$$

Sonderfall: $u_{a2}(t) = -(u_{a1}(t) + U)$

c) Zeitlicher Verlauf von $u_{a2}(t)$ für $U = -9 \text{ V}$ und $R_1 = R_2 = R_3$ für $0 \text{ s} \leq t \leq 6 \text{ s}$

$$u_{a2}(t = 0 \text{ s}) = -(0 \text{ V} - 9 \text{ V}) = 9 \text{ V}$$

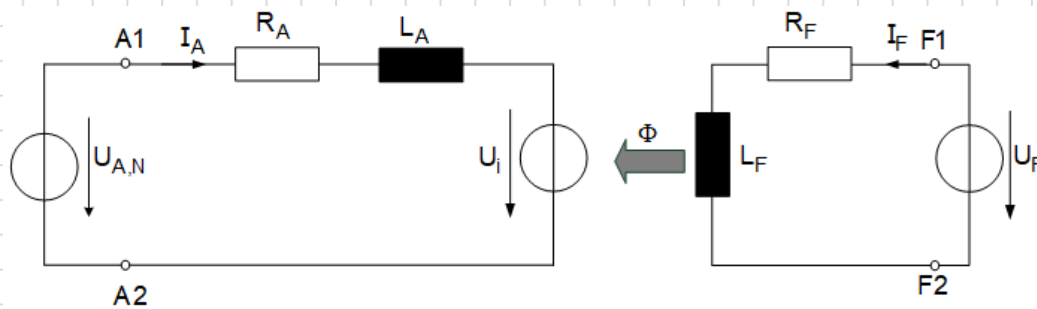
$$u_{a2}(t = 3 \text{ s}) = -(-6 \text{ V} - 9 \text{ V}) = 15 \text{ V}$$

$$u_{a2}(t = 6 \text{ s}) = -(0 \text{ V} - 9 \text{ V}) = 9 \text{ V}$$

d) Was passiert mit $u_{a2}(t)$ wenn $U < -9 \text{ V}$ wird?

Der Maximalwert von $u_{a2}(t)$ überschreitet den Wert von $15 \text{ V} \rightarrow$ OP kommt in die Begrenzung $\rightarrow$ „Spitze“ des dreieckigen Verlaufes wird „abgeschnitten“.

$\Sigma A \ 5$

Aufgabe 6 – Gleichstrommaschine**Aufgabe 6.1 – Elektrisches ESB****Aufgabe 6.2 – Nennbetrieb: $P_{A,N}$, P_N , $P_{VA,N}$, R_A , $U_{i,N}$, $(c \cdot \Phi)_N$, $n_{0,N}$, $P_{VF,N}$ und η_N .**

$$P_{AN} = U_{AN} \cdot I_{AN} = 220 \text{ V} \cdot 55 \text{ A} = 12,1 \text{ kW}$$

$$P_N = M_N \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_N = 70 \text{ Nm} \cdot 2 \cdot \pi \cdot \frac{1.500 \text{ min}^{-1}}{60 \text{ s} \cdot \text{min}^{-1}} = 11 \text{ kW}$$

$$P_{VAN} = P_{AN} - P_N = 12,1 \text{ kW} - 11 \text{ kW} = 1,1 \text{ kW}$$

$$R_A = \frac{P_{VAN}}{I_{AN}^2} = \frac{1,1 \text{ kW}}{(55 \text{ A})^2} = 0,365 \, \Omega$$

$$U_{iN} = U_{AN} - R_A \cdot I_{AN} = 220 \text{ V} - 0,365 \, \Omega \cdot 55 \text{ A} = 200 \text{ V}$$

$$(c \cdot \Phi)_N = \frac{M_N}{I_{AN}} = \frac{70 \text{ Nm}}{55 \text{ A}} = 1,2727 \text{ Vs}$$

$$n_{0N} = \frac{U_{AN}}{2 \cdot \pi \cdot (c \cdot \Phi)_N} = \frac{220 \text{ V}}{2 \cdot \pi \cdot 1,2727 \text{ Vs}} = 27,51 \text{ s}^{-1} = 1.651 \text{ min}^{-1}$$

$$P_{VFN} = \frac{U_{FN}^2}{R_F} = \frac{(200 \text{ V})^2}{100 \Omega} = 440 \text{ W}$$

$$\eta_N = \frac{P_N}{P_N + P_{VAN} + P_{VFN}} = \frac{11.000 \text{ W}}{11.000 \text{ W} + 1.100 \text{ W} + 400 \text{ W}} \approx 88 \%$$

Aufgabe 6.3 – Stillstand (Anlauf).

$$I_{ASt} = \frac{U_{AN}}{R_A} = \frac{220 \text{ V}}{0,365 \Omega} = 603 \text{ A} \gg I_{AN} \text{ daher unzulässig!}$$

$$M_{St} = (c \cdot \Phi)_N \cdot I_{ASt} = 1,2727 \text{ Vs} \cdot 603 \text{ A} = 767 \text{ Nm}$$

$$U_{ASt} = 1,5 \cdot I_{AN} \cdot R_A = 1,5 \cdot 55 \text{ A} \cdot 0,365 \Omega = 30,1 \text{ V}$$

$$M_{St} = (c \cdot \Phi)_N \cdot 1,5 \cdot I_{AN} = 1,2727 \text{ Vs} \cdot 1,5 \cdot 55 \text{ A} = 105 \text{ Nm}$$

Aufgabe 6.4 – M-n-Charakteristik und stationäre Drehzahl.

$$n_{AP} = 2.000 \text{ min}^{-1} = 33,33 \text{ s}^{-1}$$

$$\Omega_{AP} = 2 \cdot \pi \cdot 33,33 \text{ s}^{-1} = 209,4 \text{ s}^{-1}$$

$$\Omega_{AP} = \frac{U_{AN}}{(c \cdot \Phi)_{AP}} - \frac{R_A}{(c \cdot \Phi)_{AP}^2} \cdot M_{AP}$$

$$M_{AP} = 0,5 \cdot M_N = 5,5 \cdot 70 \text{ Nm} = 35 \text{ Nm}$$

$$\Omega_{AP} \cdot (c \cdot \Phi)_{AP}^2 = U_{AN} \cdot (c \cdot \Phi)_{AP} - R_A \cdot M_{AP}$$

$$(c \cdot \Phi)_{AP}^2 - \frac{U_{AN}}{\Omega_{AP}} \cdot (c \cdot \Phi)_{AP} + \frac{R_A \cdot M_{AP}}{\Omega_{AP}} = 0$$

$$(c \cdot \Phi)_{AP/1,2} = \frac{U_{AN}}{2 \cdot \Omega_{AP}} \pm \sqrt{\left(\frac{U_{AN}}{2 \cdot \Omega_{AP}} \right)^2 - \frac{R_A \cdot M_{AP}}{\Omega_{AP}}}$$

$$(c \cdot \Phi)_{AP/1,2} = \frac{220 \text{ V}}{2 \cdot 209,4 \text{ s}^{-1}} \pm \sqrt{\left(\frac{220 \text{ V}}{2 \cdot 209,4 \text{ s}^{-1}} \right)^2 - \frac{0,365 \Omega \cdot 35 \text{ Nm}}{209,4 \text{ s}^{-1}}}$$

$$(c \cdot \Phi)_{AP/1,2} = 0,5253 \text{ Vs} \pm 0,4636 \text{ Vs}$$

$$(c \cdot \Phi)_{AP/1} = 0,5253 \text{ Vs} + 0,4636 \text{ Vs} = 0,9889 \text{ Vs}$$

$$(c \cdot \Phi)_{AP/2} = 0,5253 \text{ Vs} - 0,4636 \text{ Vs} = 0,0617 \text{ Vs}$$

$$I_{A1} = \frac{M_{AP}}{(c \cdot \Phi)_{AP/1}} = \frac{35 \text{ Nm}}{0,9889 \text{ Vs}} = 35,4 \text{ A}$$

$$I_{A2} = \frac{M_{AP}}{(c \cdot \Phi)_{AP/2}} = \frac{35 \text{ Nm}}{0,0617 \text{ Vs}} = 567 \text{ A} \gg I_{AN} \text{ unzulässig!}$$

Sinnvolle Lösung ist also: $(c \cdot \Phi)_{AP/1} = 0,9889 \text{ Vs}$