HHN ASE ET1 (304041) · Klausur SS2020 (R. Bayer) · Lösung r1.1.0

HHN ASE ET1 (304041) R. Bayer Klausur SS2020 r100

HHN Hochschule Heilbronn · ASE
ET1 (304041) · Klausur SS2020 · R. Bayer

Matrikel-Nr.:

Blatt **1** / 4

Aufgabenblätter inkl. Deckblatt	**4**	**Anzahl Lösungsbogen**	____

HHN HOCHSCHULE HEILBRONN

HHN Hochschule Heilbronn
ASE ET1 (304041) R. Bayer Rev. 1.0.0 **Klausur SS2020**

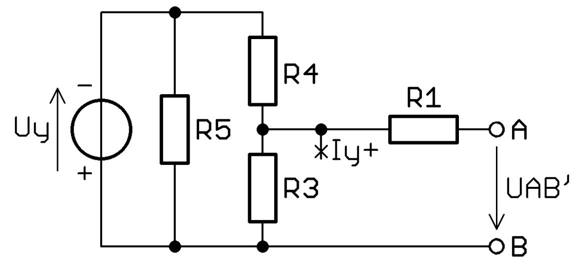
Dozent	Dipl.-Ing. FH Rainer Bayer	**Datum**	16.07.2020
Matrikelnummer	auf jedem Blatt/Bogen (Aufgaben und Lösungen) in der Kopfzeile eintragen		
Studienjahrgang		**Zeit**	60 min
Hilfsmittel	Taschenrechner; Beiblatt Lösung DGL 1.O.; Formelsammlung 3 Blätter A4		
Bewertung	Punktzahl 100%	Punkte	
	Datum, Signum	Ergebnis	

Berechnen Sie Zahlenwerte auf 4 signifikante Stellen!

Aufg.	Thema	Blatt	a)	b)	c)	d)	e)	f)	Σ
1	Ersatzquelle	2	16	4					20
2	Linearer Lastwiderstand an linearer Quelle	2	5	3	10				18
3	Knotenpotenzialverfahren	3	16	6					22
4	DC-Schaltvorgang 1. Ordnung	4	8	8	4				20
Bemerkungen									80

hhn_ase_et1_2020-07_afg_r100_a3.doc Dipl.-Ing. FH Rainer Bayer

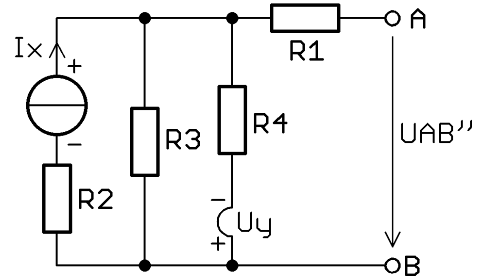
1 Ersatzquelle **20**



Lsg-Abb. 1.1: Nur U_Y *aktiv*

Spannungsteiler (R1 stromlos, d.h. kein Spannungsfall)

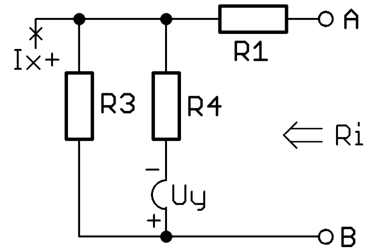
$$U'_{\mathrm{AB,LL}} = -\frac{R3}{R3+R4}\cdot U_{\mathrm{Y}} = -2{,}143\ \mathrm{V}$$



Lsg-Abb. 1.2: Nur I_X *aktiv*

(R1 stromlos, d.h. kein Spannungsfall / keine Stromteilung)

$$U''_{\mathrm{AB,LL}} = +(R3 \parallel R4)\cdot I_{\mathrm{X}} = +1{,}714\ \mathrm{V}$$



Lsg-Abb. 1.3: Innenwiderstand Ri

$$R_{\mathrm{i}} = R1 + R3 \parallel R4 = 2{,}714\ \mathrm{k\Omega}$$

1 Ersatzquelle (fortgesetzt)

$$U_0 = U_{\mathrm{AB,LL}} = U'_{\mathrm{AB,LL}} + U''_{\mathrm{AB,LL}}$$

$$U_0 = -\frac{R3}{R3+R4} \cdot U_{\mathrm{Y}} + (R3 \parallel R4) \cdot I_{\mathrm{X}}$$

$$U_0 = \frac{R3}{R3+R4} \cdot \left(R4 \cdot I_{\mathrm{X}} - U_{\mathrm{Y}}\right)$$

$$U_0 = -0{,}429\ \mathrm{V}$$

$$R_{\mathrm{i}} = R1 + R3 \parallel R4$$

$$R_{\mathrm{i}} = 2{,}714\ \mathrm{k\Omega}$$

a) Skizzen: 8; Formeln: 8 16

b) Zahlenwerte 4

2 Linearer Latwiderstand an linearer Quelle 18

a) <u>Sinkt</u> die Stromabgabe, so <u>erhöht</u> sich die Klemmenspannung: 5

P1 = (10 mA | 1,5 V); P2 = (8 mA | 1,6 V) $\rightarrow \underline{\underline{U_{\mathrm{AB2}} = 1{,}6\ \mathrm{V}}}$

$$\underline{R_{\mathrm{i}}} = \frac{U_{\mathrm{AB1}} - U_{\mathrm{AB2}}}{I_{\mathrm{AB2}} - I_{\mathrm{AB1}}} = \left|\frac{\Delta U_{\mathrm{AB}}}{\Delta I_{\mathrm{AB}}}\right| = \frac{0{,}1\ \mathrm{V}}{2\ \mathrm{mA}} = \underline{50\ \Omega}$$

$$\underline{\underline{U_0}} = I_{\mathrm{AB}} \cdot R_{\mathrm{i}} + U_{\mathrm{AB}} = \underline{\underline{2\ \mathrm{V}}}$$

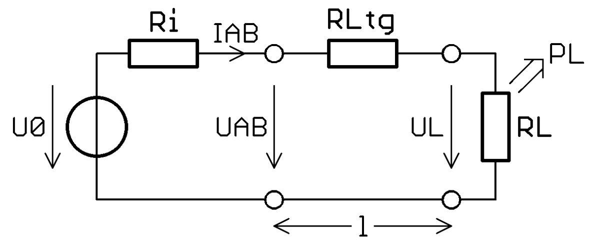
b) – <u>Leistungsanpassung</u> 3

– $\underline{\underline{R_{\mathrm{L}} = R_{\mathrm{i}}}}$

– $\underline{\underline{P_{\max}}} = \dfrac{U_0^2}{4 \cdot R_{\mathrm{i}}} = \dfrac{(2\ \mathrm{V})^2}{4 \cdot 50\ \Omega} = \underline{\underline{20\ \mathrm{mW}}}$

c) – Lin. Sensor: R_{L} = konst.; Bemessungsdaten: Nenndaten 10

$$P_{\mathrm{L,Nenn}} = \frac{U_{\mathrm{Nenn}}^2}{R_{\mathrm{L}}} \rightarrow \underline{R_{\mathrm{L}}} = \frac{U_{\mathrm{Nenn}}^2}{P_{\mathrm{L,Nenn}}} = \frac{(1{,}8\ \mathrm{V})^2}{15\ \mathrm{mW}} = \underline{216\,\Omega}\ (\neq R_{\mathrm{i}})$$



Lsg-Abb. 2: Last R_L *über Leitung* (R_{Ltg}) *an der Quelle* (U_0; R_i)*; Leitungslänge* l

– Betrieb an der Quelle

$$\underline{I_{\mathrm{AB}}} = I_{\mathrm{L}} = \frac{U_{\mathrm{L,min}}}{R_{\mathrm{L}}} = \frac{1{,}6\ \mathrm{V}}{216\ \Omega} = \underline{7{,}407\ \mathrm{mA}}$$

$$\underline{R_{\mathrm{i}} + R_{\mathrm{Ltg}}} = \frac{U_0 - U_{\mathrm{L,min}}}{I_{\mathrm{AB}}} = \frac{(2-1{,}6)\mathrm{V}}{7{,}407\ \mathrm{mA}} = \underline{54\ \Omega}$$

$$\underline{R_{\mathrm{Ltg}}} = 54\ \Omega - R_{\mathrm{i}} = \underline{4\ \Omega}$$

2 Linearer Latwiderstand an linearer Quelle (fortgesetzt)

– Doppelader: zweifache Länge l (Hin- und Rückleiter) bzw. doppelter Widerstand einer Einzelader

$$\underline{A} = d^2 \cdot \frac{\pi}{4} = (0{,}8\text{ mm})^2 \cdot \frac{\pi}{4} = \underline{0{,}5027\text{ mm}^2}$$

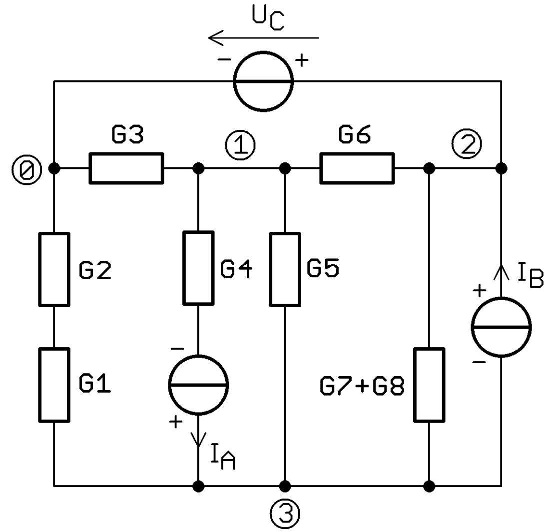
$$R_{\text{Ltg}} = 2 \cdot \frac{\rho \cdot l}{A} \rightarrow$$

$$\underline{\underline{l_{\max}}} = \frac{R_{\text{Ltg}} \cdot A}{2\rho} = \frac{4\,\Omega \cdot 0{,}5027\text{ mm}^2}{2 \cdot 17{,}86 \cdot 10^{-3}\,\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}} = \underline{\underline{56{,}29\text{ m}}}$$

– Tatsächlicher Leistungsumsatz in der Last R_L

$$\underline{\underline{P_L}} = I_{AB}^2 \cdot R_L = (7{,}407\text{ mA})^2 \cdot 216\,\Omega = \underline{\underline{11{,}85\text{ mW}}} \quad (< P_{L,\text{Nenn}})$$

3 Knotenpotenzialverfahren **22**



Lsg-Abb. 3: Netzwerk mit Umwandlung U_B zu I_B unter Zusammenfassung von G7; G8

a) Ideale Spannungsquelle U_C zw. Knoten 2 (+) und 0 (–) $\rightarrow$ $\varphi_2 = U_C$ 16
Reale Spannungsquelle U_B mit $R_{iB} = 1 / (G7+G8)$ umgewandelt in reale Stromquelle mit $I_B = U_B \cdot G_{iB}$; $G_{iB} = G7+G8$

$$\begin{pmatrix} G3+G5+G6 & -G6 & -G5 \\ ./. & ./. & ./. \\ -G5 & -(G7+G8) & G^*+G5+G7+G8 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \varphi_1 \\ ./. \\ \varphi_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -I_A \\ ./. \\ +I_A - I_B \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} G3+G5+G6 & -G5 \\ -G5 & G^*+G5+G7+G8 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \varphi_1 \\ \varphi_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -I_A + U_C \cdot G6 \\ +I_A - I_B + U_C(G7+G8) \end{pmatrix}$$

mit $\varphi_2 = U_C$; $G^* = \frac{G1 \cdot G2}{G1+G2}$; $I_B = U_B \cdot (G7+G8)$

b) $G1 = G2 = G3 = 10$ mS; $G4 = G5 = G6 = 5$ mS; $G7 + G8 = 4$ mS; 6
$G^* = 5$ mS; $I_A = 1$ A; $I_B = 150\text{ V} \cdot 4\text{ mS} = 0{,}6$ A; $U_C = 100$ V

$$\begin{pmatrix} 20 & -5 \\ -5 & 14 \end{pmatrix} \text{mS} \cdot \begin{pmatrix} \varphi_1 \\ \varphi_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0{,}5 \\ 0{,}8 \end{pmatrix} \text{A}; \quad \varphi_2 = 100\text{ V}$$

4 DC-Schaltvorgang **20**

Allg.: im stationären Zustand ($0 < R_\mathrm{i} < \infty$): $\mathrm{d}u_\mathrm{C}/\mathrm{d}t = 0$; $\mathrm{d}i_\mathrm{C}/\mathrm{d}t = 0$; $i_\mathrm{C} = 0$

a) – R_i: unmittelbar nach dem Schaltvorgang (S betätigt) vom Energiespeicher aus gesehen, Quellen unwirksam gemacht: 8

$\boxed{R_\mathrm{i} = R1 \parallel R2}$; $\boxed{\tau = R_\mathrm{i} \cdot C = (R1 \parallel R2) \cdot C}$

– $u_\mathrm{C}(0)$: Stetigkeitsbedingung $\rightarrow$ $u_\mathrm{C}(0) = u_\mathrm{C}(0_-)$

$\boxed{u_\mathrm{C}(0) = U_0}$

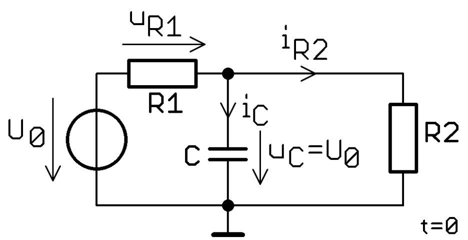
$u_\mathrm{C}(\infty)$; $i_\mathrm{C}(\infty)$: S betätigt; neuer stationärer Zustand

$\boxed{u_\mathrm{C}(\infty) = \frac{\mathrm{R2}}{\mathrm{R1} + \mathrm{R2}} \cdot U_0}$; $\boxed{i_\mathrm{C}(\infty) = 0}$

– $i_\mathrm{C}(0)$: sprungfähig. S betätigt. Wg. $u_\mathrm{C}(0) = U_0$ ist $u_\mathrm{R1}(0) = 0$ und damit $i_\mathrm{R1}(0) = 0$ $\rightarrow$ $i_\mathrm{C}(0)$ fließt entgegen der Pfeilung durch $R2$

$i_\mathrm{C}(0) = -i_\mathrm{R2}(0)$

$\boxed{i_\mathrm{C}(0) = -\frac{U_0}{R2}}$



Lsg-Abb. 4.1: Ermittlung von $i_\mathrm{C}(0)$

b) – $\underline{\underline{u_\mathrm{C}(0) = -2\ \mathrm{V};\ u_\mathrm{C}(\infty) = +10\ \mathrm{V}}}$ 8

Pro τ ändern sich $u_\mathrm{C}(t)$ und $i_\mathrm{C}(t)$ *um* 63%, s. Lsg-Abb. 4.2. Es empfiehlt sich, an $i_\mathrm{C}(t)$ abzulesen.: wg. $i_\mathrm{C}(\infty) = 0$ ist $i_\mathrm{C}(1\,\tau) = 37\%$ von $i_\mathrm{C}(0)$:

$$\underline{i_\mathrm{C}(1 \cdot \tau)} = 0{,}37 \cdot i_\mathrm{C}(0) = 0{,}37 \cdot 10\ \mathrm{mA} = \underline{3{,}7\ \mathrm{mA}} \quad \rightarrow \quad \underline{\underline{\tau = 2\ \mathrm{ms}}}$$

An $u_\mathrm{C}(t)$ erhält man mit:

$$u_\mathrm{C}(1 \cdot \tau) = 0{,}63 \cdot [u_\mathrm{C}(\infty) - u_\mathrm{C}(0)] + u_\mathrm{C}(0)$$

$$\underline{u_\mathrm{C}(1 \cdot \tau)} = 0{,}63 \cdot [10 - (-2)]\ \mathrm{V} + (-2\ \mathrm{V}) = \underline{5{,}56\ \mathrm{V}} \quad \rightarrow \quad \underline{\underline{\tau = 2\ \mathrm{ms}}}$$

4 DC-Schaltvorgang (fortgesetzt)

– Lösung DGL 1.O. mit konstanten Koeffizienten:

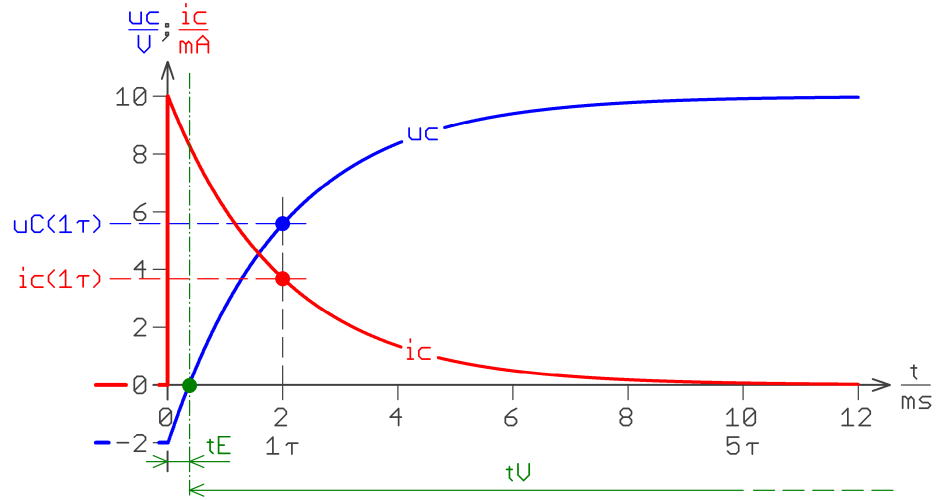
$$s(t) = [s(0) - s(\infty)] \cdot \exp\left(\frac{-t}{\tau}\right) + s(\infty) \quad \text{mit} \quad \tau = R_\mathrm{i} \cdot C = \frac{L}{R_\mathrm{i}}$$

$$u_\mathrm{C}(t^*) = \ 0 \ = [-2 - (+10)]\ \mathrm{V} \cdot \exp\left(\frac{-t^*}{2\ \mathrm{ms}}\right) + 10\ \mathrm{V}$$

$$\frac{5}{6} = \exp\left(\frac{-t^*}{\tau}\right) \qquad | \ \ln$$

$$\underline{\underline{t^*}} = -\ln\left(\frac{5}{6}\right) \cdot 0{,}5\ \mathrm{ms} = 0{,}1823 \cdot 2\ \mathrm{ms} = \underline{\underline{364{,}6\ \mu\mathrm{s}}}$$

c) Besitzen die *Zahlenwerte* von Spannung und Strom am Energiespeicher [hier $u_\mathrm{C}(t)$; $i_\mathrm{C}(t)$] das *gleiche* Vorzeichen, so arbeitet der Energiespeicher wie gepfeilt [hier als Verbraucher; t_V], ansonsten umgekehrt [hier als Erzeuger, t_E]. 4



Lsg-Abb. 4.2: Ermittlung von Zeitkonstante τ und Arbeitsweise des Energiespeichers als Verbraucher bzw. Erzeuger