

Fachhochschule Jena	Fachbereich Elektrotechnik/Informationstechnik Lehrveranstaltung Elektrotechnik I	Prof. Dr. Frank Giesecke Prüfungsaufgaben ET 2006
Name:	Vorname:	Matr.-Nr.:

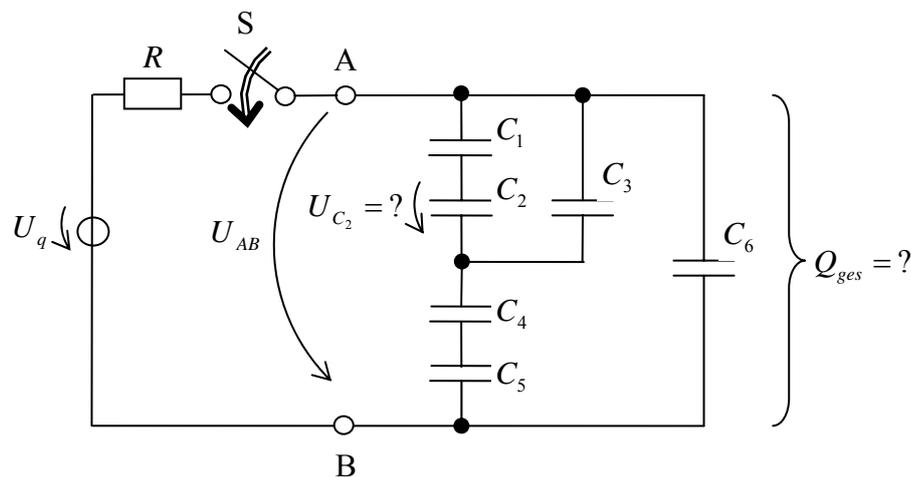
Aufgabe 1:

Sämtliche Kondensatoren in der vorliegenden Schaltung sind vor dem Schließen des Schalters S komplett entladen ($U_{C_i} = 0$ und $Q_i = 0$ für $i = 1 \dots 6$). Nach Schließen des Schalters stellt sich nach einiger Zeit (Ausgleichsvorgang) zwischen den Klemmen A und B des Kondensatornetzwerkes die Spannung $U_{AB} = U_q$ der angeschlossenen Spannungsquelle U_q ein. (Anmerkung: Der Widerstand R dient nur zur Begrenzung des fließenden Stromes und hat keinen Einfluss auf die gesuchten Endwerte von Spannungen und Ladungsmengen.) Berechnen Sie

- die gesamte gespeicherte Ladungsmenge Q_{ges} des Kondensatornetzwerkes und
- die Spannung U_{C_2} , welche sich am Kondensator C_2 einstellt,

für die angegebenen speziellen Werte.

Gehen Sie von dem Zustand aus, dass die Spannung U_{AB} am Kondensatornetzwerk die Spannung U_q erreicht hat (Ausgleichsvorgang ist abgeschlossen).



Werte:	$U_q = 12 \text{ V}$	
	$C_1 = 120 \text{ nF}$	$C_4 = 60 \text{ nF}$
	$C_2 = 80 \text{ nF}$	$C_5 = 60 \text{ nF}$
	$C_3 = 12 \text{ nF}$	$C_6 = 0,23 \text{ }\mu\text{F}$

Lösung:

$$C_{12} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{120 \cdot 80}{120 + 80} \text{ nF} = 48 \text{ nF}$$

$$C_{123} = C_{12} + C_3 = 48 \text{ nF} + 12 \text{ nF} = 60 \text{ nF}$$

$$C_{12345} = C_{123} | C_4 | C_5 = 60 \text{ nF} | 60 \text{ nF} | 60 \text{ nF} = \frac{60 \text{ nF}}{3} = 20 \text{ nF}$$

$$C_{ges} = C_{12345} + C_6 = 20 \text{ nF} + 230 \text{ nF} = \underline{250 \text{ nF}}$$

$$\text{a) } Q_{ges} = C_{ges} \cdot U_q = 250 \text{ nF} \cdot 12 \text{ V} = \underline{\underline{3 \mu\text{C}}}$$

Fachhochschule Jena	Fachbereich Elektrotechnik/Informationstechnik Lehrveranstaltung Elektrotechnik I	Prof. Dr. Frank Giesecke Prüfungsaufgaben ET 2006
Name:	Vorname:	Matr.-Nr.:

b)

- Lösungsvariante 1: kapazitive Spannungsteiler

$$\frac{U_q}{U_{C_3}} = \frac{C_{123}}{C_{12345}} \quad U_{C_3} = \frac{C_{12345}}{C_{123}} \cdot U_q = \frac{20nF}{60nF} \cdot 12V = \underline{4V}$$

$$\frac{U_{C_3}}{U_{C_2}} = \frac{C_2}{C_{12}} \quad \underline{U_{C_2}} = \frac{C_{12}}{C_2} \cdot U_{C_3} = \frac{48nF}{80nF} \cdot 4V = \underline{\underline{2,4V}}$$

- Lösungsvariante 2: Ladungsteiler

$$\frac{Q_{ges}}{Q_{12345}} = \frac{C_{ges}}{C_{12345}} \quad \underline{Q_{12345}} = \frac{C_{12345}}{C_{ges}} \cdot Q_{ges} = \frac{20nF}{250nF} \cdot 3\mu C = \underline{240nC}$$

$$Q_{123} = Q_4 = Q_5 = Q_{12345} = 240nC$$

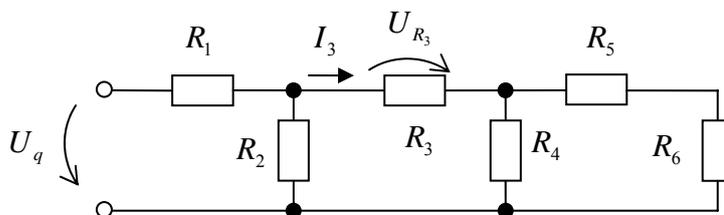
$$\frac{Q_{123}}{Q_{12}} = \frac{C_{123}}{C_{12}} \quad \underline{Q_{12}} = \frac{C_{12}}{C_{123}} \cdot Q_{123} = \frac{48nF}{60nF} \cdot 240nC = \underline{192nC}$$

$$Q_2 = Q_1 = Q_{12} = 192nC$$

$$\underline{U_{C_2}} = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{192nC}{80nF} = \underline{\underline{2,4V}}$$

Aufgabe 2:

Berechnen Sie in der angegebenen Schaltung die Spannung U_{R_3} und die Stromstärke I_3 am Widerstand R_3 für die gegebenen speziellen Werte!



Werte: $U_q = 20\text{ V}$

$R_1 = 1\text{ k}\Omega$

$R_4 = 8\text{ k}\Omega$

$R_2 = 6\text{ k}\Omega$

$R_5 = 5\text{ k}\Omega$

$R_3 = 2\text{ k}\Omega$

$R_6 = 3\text{ k}\Omega$

Lösung:

$$R_{ges} = R_1 + R_2 \parallel [R_3 + R_4 \parallel (R_5 + R_6)]$$

$$R_{56} = R_5 + R_6 = 5k\Omega + 3k\Omega = 8k\Omega$$

$$R_{456} = R_4 \parallel R_{56} = 8k\Omega \parallel 8k\Omega = 4k\Omega$$

$$R_{3456} = R_3 + R_{456} = 2k\Omega + 4k\Omega = 6k\Omega$$

$$R_{23456} = R_2 \parallel R_{3456} = 6k\Omega \parallel 6k\Omega = 3k\Omega$$

$$\underline{R_{ges}} = R_1 + R_{23456} = 1k\Omega + 3k\Omega = \underline{4k\Omega}$$

Fachhochschule Jena	Fachbereich Elektrotechnik/Informationstechnik Lehrveranstaltung Elektrotechnik I	Prof. Dr. Frank Giesecke Prüfungsaufgaben ET 2006
Name:	Vorname:	Matr.-Nr.:

- Lösungsvariante 1: Spannungsteiler

$$\frac{U_q}{U_{R_2}} = \frac{R_{ges}}{R_{23456}} \quad U_{R_2} = \frac{R_{23456}}{R_{ges}} \cdot U_q = \frac{3k\Omega}{4k\Omega} \cdot 20V = \underline{15V}$$

$$\frac{U_{R_2}}{U_{R_3}} = \frac{R_{3456}}{R_3}$$

$$\underline{U_{R_3}} = \frac{R_3}{R_{3456}} \cdot U_{R_2} = \frac{2k\Omega}{6k\Omega} \cdot 15V = \underline{5V} \quad \underline{I_3} = \frac{U_{R_3}}{R_3} = \frac{5V}{2k\Omega} = \underline{2,5mA}$$

- Lösungsvariante 2: Stromteiler

$$\underline{I_{ges}} = \frac{U_q}{R_{ges}} = \frac{20V}{4k\Omega} = \underline{5mA}$$

$$\frac{I_{ges}}{I_3} = \frac{R_{3456}}{R_{23456}}$$

$$\underline{I_3} = \frac{R_{23456}}{R_{3456}} \cdot I_{ges} = \frac{3k\Omega}{6k\Omega} \cdot 5mA = \underline{2,5mA} \quad \underline{U_{R_3}} = I_3 \cdot R_3 = 2,5mA \cdot 2k\Omega = \underline{5V}$$

- Lösungsvariante 3: Strom/Spannung/Strom/Spannung

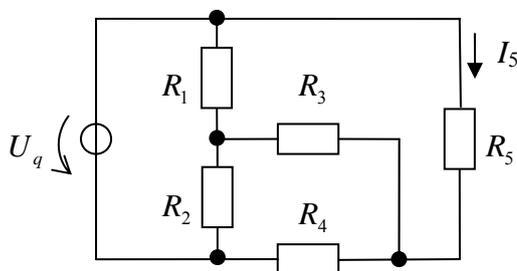
$$\underline{I_{ges}} = \frac{U_q}{R_{ges}} = \frac{20V}{4k\Omega} = \underline{5mA}$$

$$\underline{U_{R_2}} = I_{ges} \cdot R_{23456} = 5mA \cdot 3k\Omega = \underline{15V}$$

$$\underline{I_3} = \frac{U_{R_2}}{R_{3456}} = \frac{15V}{6k\Omega} = \underline{2,5mA} \quad \underline{U_{R_3}} = I_3 \cdot R_3 = 2,5mA \cdot 2k\Omega = \underline{5V}$$

Aufgabe 3:

Bestimmen Sie die in der Schaltung durch den Widerstand R_5 fließende Stromstärke I_5 für die gegebenen Werte!

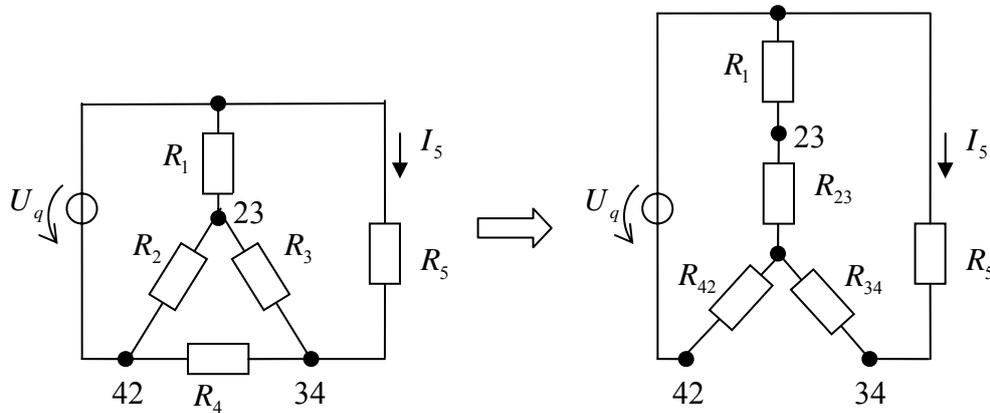


Werte: $R_1 = 15 \Omega$ $R_4 = 20 \Omega$
 $R_2 = 30 \Omega$ $R_5 = 20 \Omega$
 $R_3 = 50 \Omega$ $U_q = 21 V$

Fachhochschule Jena	Fachbereich Elektrotechnik/Informationstechnik Lehrveranstaltung Elektrotechnik I	Prof. Dr. Frank Giesecke Prüfungsaufgaben ET 2006
Name:	Vorname:	Matr.-Nr.:

Lösung:

- Lösungsvariante 1: Umwandlung des Dreiecks $R_2 - R_3 - R_4$ in einen äquivalenten Stern



$$\underline{R_{23}} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3 + R_4} = \frac{30\Omega \cdot 50\Omega}{100\Omega} = \underline{15\Omega}$$

$$\underline{R_{34}} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_2 + R_3 + R_4} = \frac{50\Omega \cdot 20\Omega}{100\Omega} = \underline{10\Omega}$$

$$\underline{R_{42}} = \frac{R_4 \cdot R_2}{R_2 + R_3 + R_4} = \frac{20\Omega \cdot 30\Omega}{100\Omega} = \underline{6\Omega}$$

Spannungsteiler

$$\frac{U_q}{U_{345}} = \frac{R_{42} + (R_{23} + R_1) \parallel (R_{34} + R_5)}{(R_{23} + R_1) \parallel (R_{34} + R_5)}$$

$$U_{345} = \frac{(R_{23} + R_1) \parallel (R_{34} + R_5)}{R_{42} + (R_{23} + R_1) \parallel (R_{34} + R_5)} \cdot U_q$$

$$\underline{U_{345}} = \frac{(15+15) \parallel (10+20)}{6 + (15+15) \parallel (10+20)} \cdot 21V = \frac{15}{21} \cdot 21V = \underline{15V}$$

$$\underline{I_5} = \frac{U_{345}}{R_{34} + R_5} = \frac{15V}{10\Omega + 20\Omega} = \underline{0,5A}$$

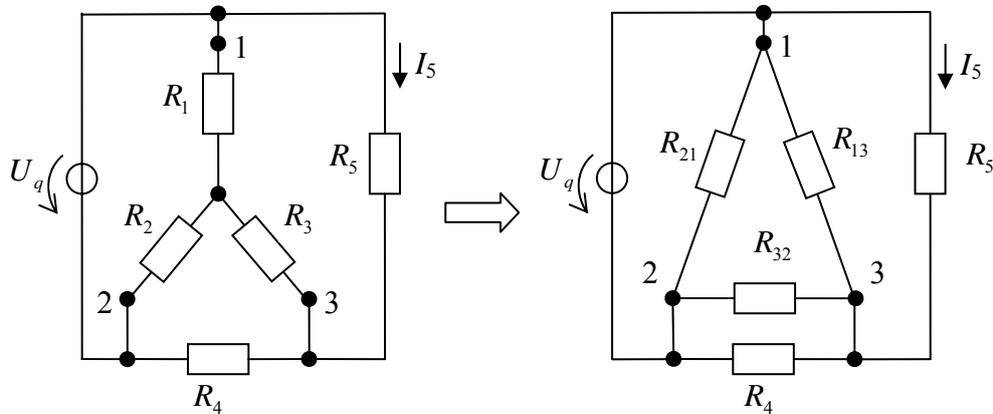
Stromteiler:

$$\underline{I_{ges}} = \frac{U_q}{R_{ges}} = \frac{U_q}{R_{42} + (R_{23} + R_1) \parallel (R_{34} + R_5)} = \frac{21}{6 + (15+15) \parallel (10+20)} A = \frac{21}{21} A = \underline{1A}$$

$$\underline{I_5} = \frac{R_{34} + R_5}{(R_{23} + R_1) \parallel (R_{34} + R_5)} \cdot I_{ges} = \frac{(15+15) \parallel (10+20)}{10+20} \cdot 1A = \frac{15}{30} A = \underline{0,5A}$$

Fachhochschule Jena	Fachbereich Elektrotechnik/Informationstechnik Lehrveranstaltung Elektrotechnik I	Prof. Dr. Frank Giesecke Prüfungsaufgaben ET 2006
Name:	Vorname:	Matr.-Nr.:

- Lösungsvariante 2: Umwandlung des Sterns $R_1 - R_3 - R_2$ in ein äquivalentes Dreieck



$$R_1 \parallel R_3 \parallel R_2 = \frac{1}{\frac{1}{15\Omega} + \frac{1}{50\Omega} + \frac{1}{30\Omega}} = \frac{150}{10+3+5} \Omega = \frac{150}{18} \Omega = \frac{25}{3} \Omega = 8,3\bar{3}\Omega$$

$$R_{13} = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 \parallel R_3 \parallel R_2} = \frac{(15 \cdot 50) \cdot 3}{25} \Omega = 90\Omega$$

$$R_{32} = \frac{R_3 \cdot R_2}{R_1 \parallel R_3 \parallel R_2} = \frac{(50 \cdot 30) \cdot 3}{25} \Omega = 180\Omega$$

$$R_{21} = \frac{R_2 \cdot R_1}{R_1 \parallel R_3 \parallel R_2} = \frac{(30 \cdot 15) \cdot 3}{25} \Omega = 54\Omega$$

Spannungsteiler

$$\frac{U_q}{U_5} = \frac{(R_{32} \parallel R_4) + (R_{13} \parallel R_5)}{R_{13} \parallel R_5}$$

$$U_5 = \frac{R_{13} \parallel R_5}{(R_{32} \parallel R_4) + (R_{13} \parallel R_5)} \cdot U_q$$

$$\underline{U_5} = \frac{90 \parallel 20}{(180 \parallel 20) + (90 \parallel 20)} \cdot 21V = \frac{16,36}{18 + 16,36} \cdot 21V = 10V$$

$$\underline{I_5} = \frac{U_5}{R_5} = \frac{10V}{20\Omega} = \underline{0,5A}$$

Stromteiler:

$$I_{45} = \frac{U_q}{(R_4 \parallel R_{32}) + (R_5 \parallel R_{13})}$$

$$\underline{I_{45}} = \frac{21}{(20 \parallel 180) + (20 \parallel 90)} A = \frac{21}{18 + 16,36} A = \underline{0,61A}$$

$$\frac{I_{45}}{I_5} = \frac{R_5}{R_{13} \parallel R_5}$$

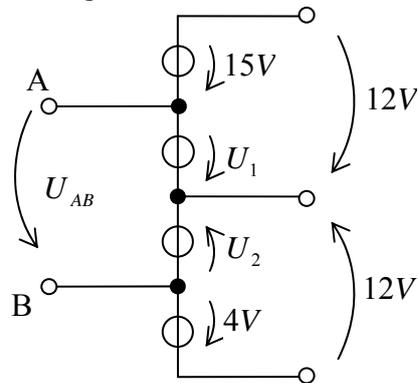
$$I_5 = \frac{R_{13} \parallel R_5}{R_5} \cdot I_{45}$$

$$\underline{I_5} = \frac{90 \parallel 20}{20} \cdot 0,61A = \frac{16,36}{20} \cdot 0,61A = \underline{0,5A}$$

Fachhochschule Jena	Fachbereich Elektrotechnik/Informationstechnik Lehrveranstaltung Elektrotechnik I	Prof. Dr. Frank Giesecke Prüfungsaufgaben ET 2006
Name:	Vorname:	Matr.-Nr.:

Aufgabe 4:

Ermitteln Sie die Spannungen der Quellen U_1 und U_2 sowie die eingetragene Spannung U_{AB} . Berücksichtigen Sie die durch die angegebene Pfeilrichtung in der Schaltung bestimmte Polarität der sich ergebenden Spannungswerte!



Lösung:

$$15V + U_1 - 12V = 0$$

$$4V + 12V - U_2 = 0$$

$$U_{AB} + U_2 - U_1 = 0$$

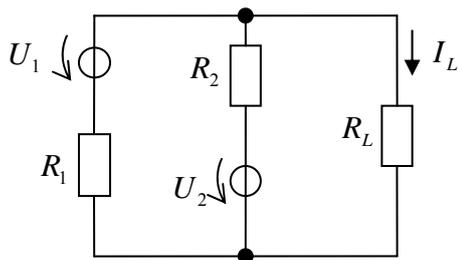
$$\underline{U_1} = 12V - 15V = -3V$$

$$\underline{U_2} = 4V + 12V = \underline{16V}$$

$$\underline{U_{AB}} = U_1 - U_2 = -3V - 16V = \underline{\underline{-19V}}$$

Aufgabe 5:

Welchen Wert muss in der angegebenen Schaltung die Spannung U_2 besitzen, damit durch den Widerstand R_L eine Stromstärke von $I_L = 5mA$ gemäß der eingezeichneten Richtung fließt?



Werte:

$$U_1 = 8V$$

$$I_L = 5mA$$

$$R_1 = 4k\Omega$$

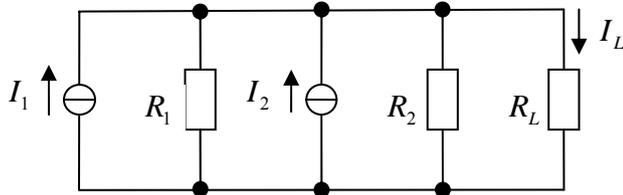
$$R_2 = 4k\Omega$$

$$R_L = 2k\Omega$$

Fachhochschule Jena	Fachbereich Elektrotechnik/Informationstechnik Lehrveranstaltung Elektrotechnik I	Prof. Dr. Frank Giesecke Prüfungsaufgaben ET 2006
Name:	Vorname:	Matr.-Nr.:

Lösung:

- Lösungsvariante 1 über Zweipoltheorie



$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{8V}{4k\Omega} = 2mA$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2}$$

Stromteiler

$$\frac{I_1 + I_2}{I_L} = \frac{R_L}{R_1 \parallel R_2 \parallel R_L}$$

$$I_2 = \frac{R_L}{R_1 \parallel R_2 \parallel R_L} \cdot I_L - I_1$$

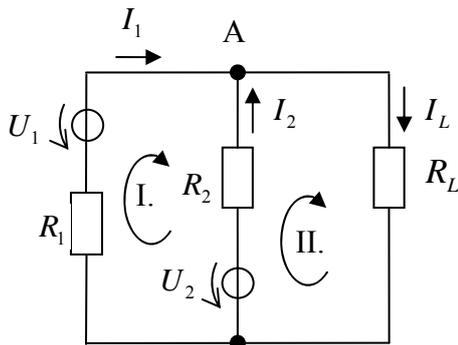
$$\frac{U_2}{R_2} = \frac{R_L}{R_1 \parallel R_2 \parallel R_L} \cdot I_L - I_1$$

$$U_2 = \left[\frac{R_L}{R_1 \parallel R_2 \parallel R_L} \cdot I_L - I_1 \right] \cdot R_2$$

$$U_2 = \left[\frac{2k\Omega}{1k\Omega} \cdot 5mA - 2mA \right] \cdot 4k\Omega$$

$$\underline{\underline{U_2 = [10mA - 2mA] \cdot 4k\Omega = 32V}}$$

- Lösungsvariante 2 über Knoten- und Maschensatz



$$A: \quad I_1 + I_2 - I_L = 0$$

$$I.: \quad I_1 \cdot R_1 - U_1 - I_2 \cdot R_2 + U_2 = 0$$

$$II.: \quad -U_2 + I_2 \cdot R_2 + I_L \cdot R_L = 0$$

$$I.: \quad U_2 = U_1 - I_1 \cdot R_1 + I_2 \cdot R_2$$

$$II.: \quad U_2 = I_2 \cdot R_2 + I_L \cdot R_L$$

Fachhochschule Jena	Fachbereich Elektrotechnik/Informationstechnik Lehrveranstaltung Elektrotechnik I	Prof. Dr. Frank Giesecke Prüfungsaufgaben ET 2006
Name:	Vorname:	Matr.-Nr.:

I = II

$$U_1 - I_1 \cdot R_1 + I_2 \cdot R_2 = I_2 \cdot R_2 + I_L \cdot R_L$$

$$U_1 - I_1 \cdot R_1 = I_L \cdot R_L$$

$$I_1 = \frac{U_1 - I_L \cdot R_L}{R_1}$$

$$I_1 = \frac{8V - 5mA \cdot 2k\Omega}{4k\Omega}$$

$$I_1 = \frac{8V - 10V}{4k\Omega} = -\frac{2V}{4k\Omega} = -0,5mA$$

A: $I_2 = I_L - I_1 = 5mA + 0,5mA = 5,5mA$

II: $U_2 = I_2 \cdot R_2 + I_L \cdot R_L = 5,5mA \cdot 4k\Omega + 5mA \cdot 2k\Omega$

$$U_2 = 22V + 10V$$

$$\underline{\underline{U_2 = 32V}}$$

oder

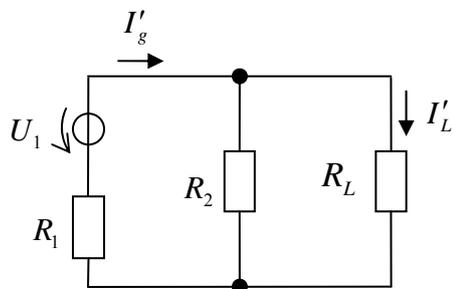
I: $U_2 = U_1 - I_1 \cdot R_1 + I_2 \cdot R_2 = 8V + 0,5mA \cdot 4k\Omega + 5,5mA \cdot 4k\Omega$

$$U_2 = 8V + 2V + 22V$$

$$\underline{\underline{U_2 = 32V}}$$

- Lösungsvariante 3 über Superposition

1. U_2 kurzgeschlossen



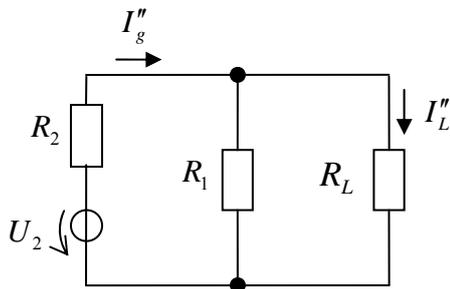
$$I'_g = \frac{U_1}{R_1 + (R_2 \parallel R_L)} = \frac{8V}{4k\Omega + 1,3k\Omega} = 1,5mA$$

$$\frac{I'_g}{I'_L} = \frac{R_L}{R_2 \parallel R_L}$$

$$\underline{\underline{I'_L}} = \frac{R_2 \parallel R_L}{R_L} \cdot I'_g = \frac{1,3k\Omega}{2k\Omega} \cdot 1,5mA = 1mA$$

2. U_1 kurzgeschlossen

Fachhochschule Jena	Fachbereich Elektrotechnik/Informationstechnik Lehrveranstaltung Elektrotechnik I	Prof. Dr. Frank Giesecke Prüfungsaufgaben ET 2006
Name:	Vorname:	Matr.-Nr.:



$$I_g'' = \frac{U_2}{R_2 + (R_1 \parallel R_L)} = \frac{U_2}{4k\Omega + 1,3k\Omega}$$

$$U_2 = I_g'' \cdot 5,3k\Omega$$

$$\frac{I_g''}{I_L''} = \frac{R_L}{R_1 \parallel R_L}$$

$$I_g'' = \frac{R_L}{R_1 \parallel R_L} \cdot I_L'' = \frac{2k\Omega}{1,3k\Omega} \cdot I_L'' = 1,5 \cdot I_L''$$

$$U_2 = 1,5 \cdot I_L'' \cdot 5,3k\Omega = I_L'' \cdot 8k\Omega$$

3. Superposition

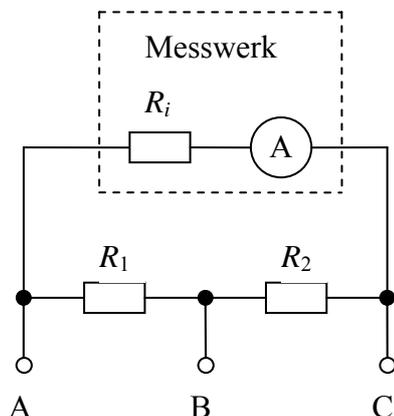
$$I_L = I_L' + I_L'' \quad I_L'' = I_L - I_L'$$

$$U_2 = (I_L - I_L') \cdot 8k\Omega = (5mA - 1mA) \cdot 8k\Omega$$

$$\underline{\underline{U_2 = 32V}}$$

Aufgabe 6:

Ein Messwerk mit einem Innenwiderstand von $R_i = 80\Omega$ und einem Vollausschlag bei dem Strom von $I_M = 10mA$ soll als Strommesser für zwei Messbereiche gemäß der angegebenen Schaltung verwendet werden. Welche Werte müssen die fest einzubauenden Widerstände R_1 und R_2 in der Schaltung besitzen, wenn sich beim Anschluss an die Klemmen A und B der Messbereich $I_{AB} = 500mA$ und beim Anschluss an die Klemmen A und C der Messbereich $I_{AC} = 50mA$ ergeben soll?



Fachhochschule Jena	Fachbereich Elektrotechnik/Informationstechnik Lehrveranstaltung Elektrotechnik I	Prof. Dr. Frank Giesecke Prüfungsaufgaben ET 2006
Name:	Vorname:	Matr.-Nr.:

Lösung:

$$\text{I. } \frac{I_{AB}}{I_M} = \frac{R_i + R_2}{R_1 \parallel (R_i + R_2)} = \frac{(R_i + R_2) \cdot (R_1 + R_i + R_2)}{R_1 \cdot (R_i + R_2)} \quad \frac{I_{AB}}{I_M} = \frac{R_1 + R_i + R_2}{R_1}$$

$$\frac{500mA}{10mA} = \frac{R_1 + R_2 + 80\Omega}{R_1}$$

$$50 \cdot R_1 = R_1 + R_2 + 80\Omega$$

$$\text{A } 49 \cdot R_1 - R_2 = 80\Omega$$

Messbereich 50 mA an Klemmen A und C

$$\text{II. } \frac{I_{AC}}{I_M} = \frac{R_i}{(R_1 + R_2) \parallel R_i} = \frac{R_i \cdot (R_1 + R_2 + R_i)}{(R_1 + R_2) \cdot R_i} \quad \frac{I_{AC}}{I_M} = \frac{R_1 + R_2 + R_i}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{50mA}{10mA} = \frac{R_1 + R_2 + 80\Omega}{R_1 + R_2}$$

$$5 \cdot R_1 + 5 \cdot R_2 = R_1 + R_2 + 80\Omega$$

$$\text{B } 4 \cdot R_1 + 4 \cdot R_2 = 80\Omega$$

$$\text{A } 49 \cdot R_1 - R_2 = 80\Omega$$

$$\frac{B}{4} \quad R_1 + R_2 = 20\Omega$$

$$\text{A} + \frac{B}{4} \quad 50 \cdot R_1 = 100\Omega$$

$$\underline{\underline{R_1 = 2\Omega}}$$

$$\text{aus } \frac{B}{4} \quad R_2 = 20\Omega - R_1 = 20\Omega - 2\Omega$$

$$\underline{\underline{R_2 = 18\Omega}}$$