

Studentenmitteilung

1. Semester - WS 2003

Abt. Technische Informatik
 Gerätebeauftragter
 Dr. rer.nat. Hans-Joachim Lieske
 Tel.: [49]-0341-97 32213
 Zimmer: HG 02-37
 e-mail: lieske@informatik.uni-leipzig.de
 www: <http://www.ti-leipzig.de/~lieske/>
 Sprechstunde: Mi. 14⁰⁰ – 15⁰⁰

Datum: Freitag, 12. Dezember 2003

Aufgaben zu Übung Grundlagen der Technischen Informatik 1

3. Aufgabenkomplex

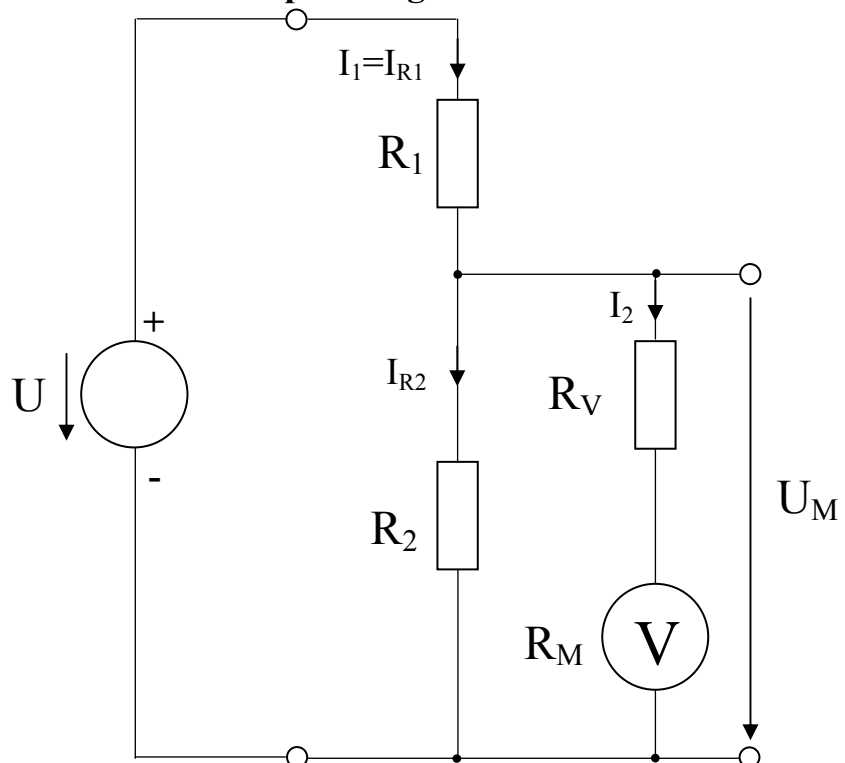
Spannungen und Ströme an elektrischen Schaltungen

3. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

Spannungsmessungen am belasteten Spannungsteiler

Gegeben ist folgende Schaltung.

Werte: $U_1 = 30\text{V}$
 $R_1 = 200\text{k}\Omega$
 $R_2 = 100\text{k}\Omega$
 $R_M = 2,5\text{k}\Omega$



Ein Zeigermessinstrument soll für Spannungsmessungen eingesetzt werden. Im Grundzustand hat es den Messbereich $100\mu\text{A}$ bei 250mV bei Vollausschlag. Es hat somit einen Innenwiderstand von $R_M = 2,5\text{k}\Omega$.

Aufgabe:

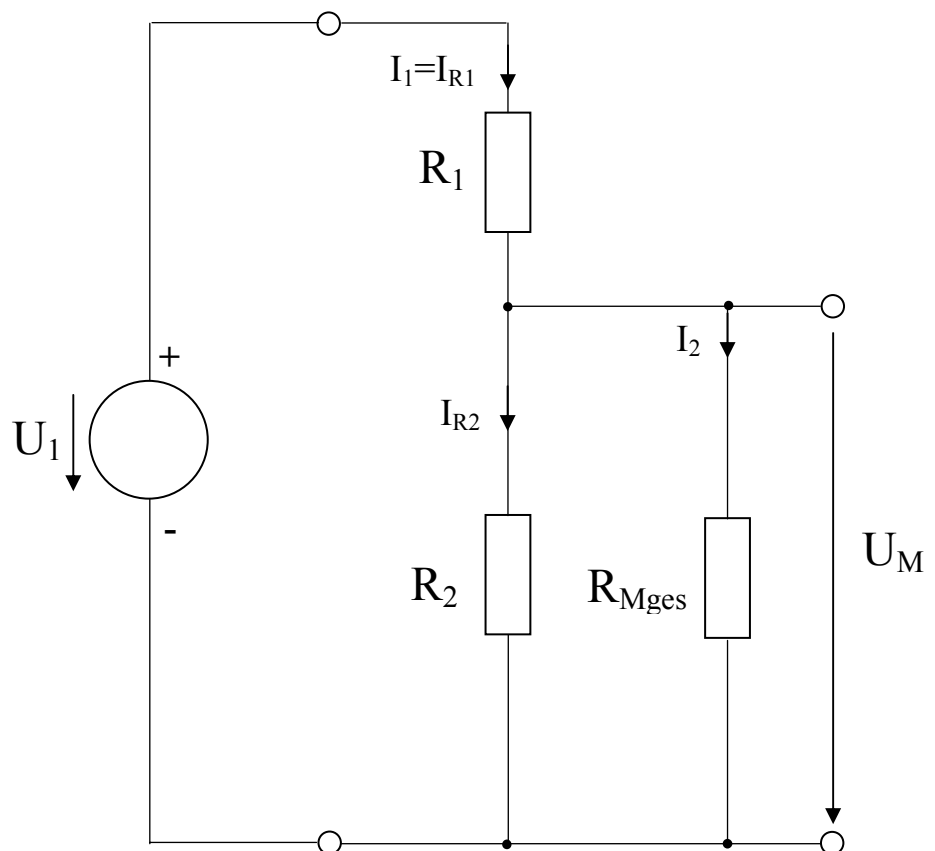
Gesamtpunktzahl: 15 Punkte

Berechnen Sie die Vorwiderstände für die Messbereichserweiterung (Vollausschlag) für 10V, 50V und 100V.

1. Berechnen Sie den Vorwiderstand R_{V1} für die Messbereichserweiterung auf 10V. **2 Punkte**
2. Berechnen Sie den Vorwiderstand R_{V2} für die Messbereichserweiterung auf 50V. **2 Punkte**
3. Berechnen Sie den Vorwiderstand R_{V3} für die Messbereichserweiterung auf 100V. **2 Punkte**

Das Messinstrument soll nun zur Spannungsmessung an dem Spannungsteiler R_1/R_2 genutzt werden. Je nach dem Messbereich hat das Messinstrument einen unterschiedlichen Innenwiderstand $R_{Mges} = R_V + R_M$ der die Messung beeinflussen kann.

4. Berechnen Sie den Messgerätewiderstand R_{Mges1} für die Messbereichserweiterung auf 10V. **2 Punkte**
5. Berechnen Sie den Messgerätewiderstand R_{Mges2} für die Messbereichserweiterung auf 50V. **2 Punkte**
6. Berechnen Sie den Messgerätewiderstand R_{Mges3} für die Messbereichserweiterung auf 100V. **1 Punkt**



Je nach Messbereich hat das Messinstrument einen unterschiedlichen Innenwiderstand R_{Mges} .

Somit wird der Spannungsteiler unterschiedlich belastet und das Messinstrument misst unterschiedliche Werte. Zur Vereinfachung wird hier angenommen, dass das Messgerät in allen Messbereichen mit gleicher Genauigkeit messen kann d.h. zusätzlich zum Zeiger eine 4-stellige Digitalanzeige.

7. Welche Spannung U_{M0} ist am Spannungsteiler ohne das Messgerät (Leerlauf). **1 Punkt**
8. Welche Spannung U_{M1} misst das Messgerät im 10V Messbereich. **1 Punkt**
9. Welche Spannung U_{M2} misst das Messgerät im 50V Messbereich. **1 Punkt**
10. Welche Spannung U_{M3} misst das Messgerät im 100V Messbereich. **1 Punkt**

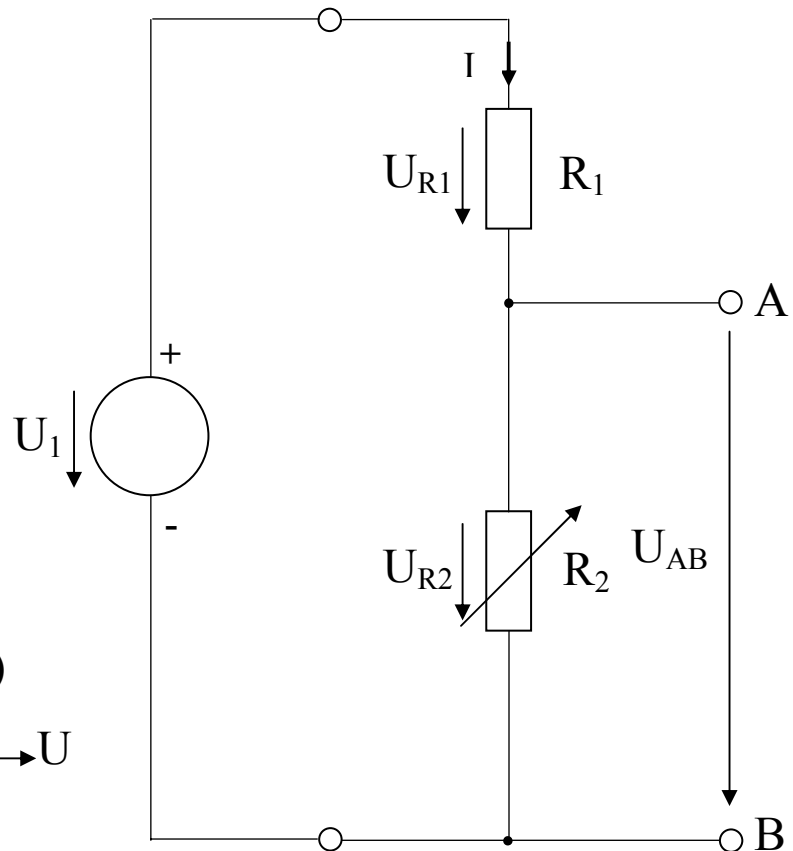
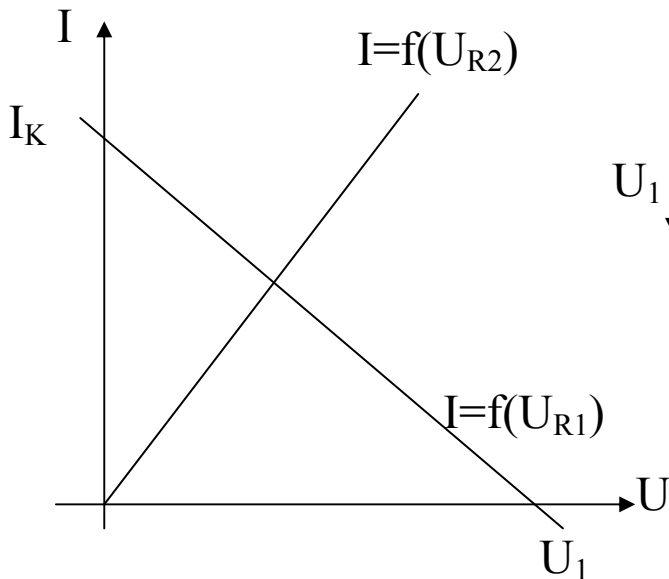
Bemerkung: Alle Werte sind auf 4 Stellen zu bestimmen. Die Spannungen über die Bauelemente sind nach den Bauelementen zu benennen.

3. Aufgabenkomplex - 2. Aufgabe

Bestimmung der Funktion der Widerstandsgeraden (Lastgeraden) für R_1 .

gegeben ist folgende Schaltung:

Werte: $U_1 = 4V$
 $R_1 = 800\Omega$



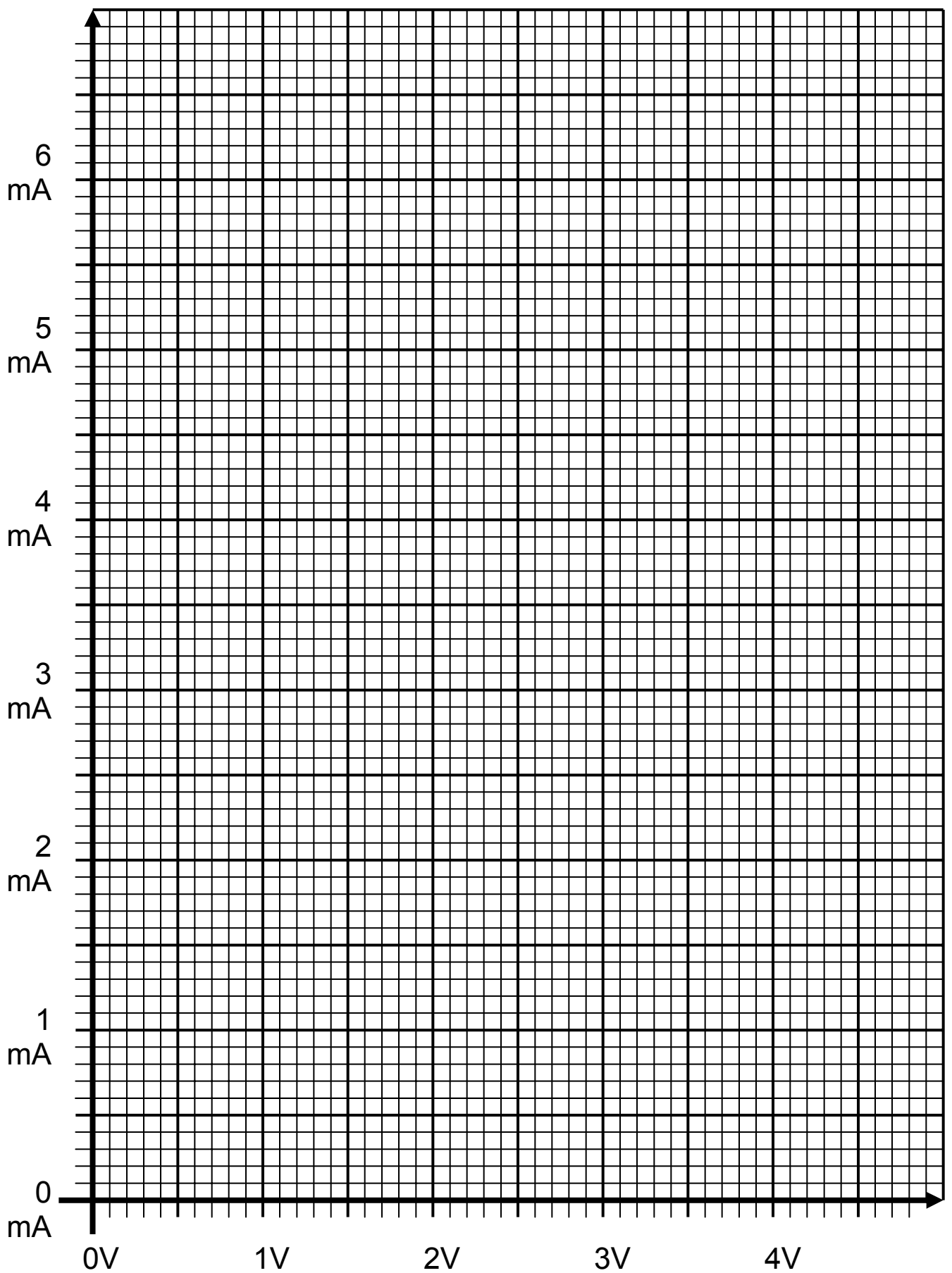
Bei dieser Schaltung ist der Widerstand R_2 veränderlich. Deshalb kann man den Strom I als Funktion des Widerstandes R_1 als auch als Funktion der Spannung U_{R1} angeben.

Aufgabe:

Gesamtpunktzahl: 15 Punkte

1. Berechnen Sie die Funktion $I=f(R_2)$ allgemein. **1 Punkte**
2. Berechnen Sie die Funktion $I=f(U_{R1})$ allgemein. **1 Punkte**
3. Berechnen Sie die Funktion $I=f(R_2)$ mit den oben gegebenen Werten. **1 Punkte**
4. Berechnen Sie die Funktion $I=f(U_{R1})$ mit den oben gegebenen Werten. **1 Punkte**
5. Berechnen Sie die Leerlaufspannung U_L . **1 Punkte**
6. Berechnen Sie den Kurzschlussstrom I_K . **2 Punkte**
7. Zeichnen Sie die Widerstandsgeraden bezüglich R_1 . **2 Punkte**
8. Bestimmen Sie graphisch die Spannung U_{R2-1} über R_{2-1} und den Strom I_{R2-1} durch R_{2-1} wenn der Widerstand den Wert $R_{2-1} = 400\Omega$ hat. Zeichnen Sie die Widerstandsgeraden bezüglich R_2 . **2 Punkte**
9. Bestimmen Sie graphisch die Spannung U_{R2-2} über R_{2-2} und den Strom I_{R2-2} durch R_{2-2} wenn der Widerstand den Wert $R_{2-2} = 800\Omega$ hat. Zeichnen Sie die Widerstandsgeraden bezüglich R_2 . **2 Punkte**
10. Bestimmen Sie graphisch die Spannung U_{R2-3} über R_{2-3} und den Strom I_{R2-3} durch R_{2-3} wenn der Widerstand den Wert $R_{2-3} = 1k\Omega$ hat. Zeichnen Sie die Widerstandsgeraden. bezüglich R_2 . **2 Punkte**

Die Werte sind auf 2 Stellen genau zu bestimmen. Beim Ablesen ist auf den am nächst liegenden Strich zu runden.



Bemerkung:

Für alle Aufgaben gilt:

- 1. In allen Formeln sind die Maßeinheiten mitzuschleifen.**
- 2. Bei den Endergebnissen sind die Maßeinheiten zu verwenden, die, wenn vorhanden, aus einem Buchstaben bestehen. Während der Rechnung können Sie nach eigenem Ermessen verfahren.**
- 3. Bei den Endergebnissen sind die $10^{\pm 3}$ Präfixe konsequent zu verwenden. Während der Rechnung können Sie nach eigenem Ermessen verfahren.
Präfixe nur verwenden, wenn eine Maßeinheit dahinter ist.**
- 4. Alle Aufgaben auf insgesamt 4 Stellen genau berechnen, wenn in Aufgabe nicht anders angegeben.**
- 5. Die Aufgaben sind zu nummerieren, auch die Teilaufgaben.**
- 6. Der Rechenweg muß ersichtlich sein. Gegebenenfalls das Schmierblatt anheften.**
- 7. Jedes Blatt ist wie folgt zu nummerieren Seite/Gesamtzahl der Seiten (z.B. Seite 6/8)**

Nichtbeachtung wird mit Punktabzug geahndet!

Präfixe zur Kennzeichnung des Vielfachen von gesetzlichen Einheiten (dezimal)		
Zeichen	Faktor	Bezeichnung
Y	10^{24}	Yotta
Z	10^{21}	Zetta
E	10^{18}	Exa
P	10^{15}	Peta
T	10^{12}	Tera
G	10^9	Giga
M	10^6	Mega
k	10^3	Kilo
m	10^{-3}	Milli
μ	10^{-6}	Mikro
n	10^{-9}	Nano
p	10^{-12}	Piko
f	10^{-15}	Femto
a	10^{-18}	Atto
z	10^{-21}	Zepto
y	10^{-24}	Yokto
Weniger gebräuchlich nur zu Information		
h	10^2	Hekto
da	10^1	Deka
d	10^{-1}	Dezi
c	10^{-2}	Zenti

Umgang mit den Präfixen am Beispiel einer 4 stelligen Genauigkeit:

--- , - Präfix Maßeinheit

-- , -- Präfix Maßeinheit

-, --- Präfix Maßeinheit

Beispiele:

216,4 μ F; 33,45kHz; 2,456M Ω ; 7,482A

Lösung:

3. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

Spannungsmessungen am belasteten Spannungsteiler

Bei der Messung elektrischer (und auch anderer) Größen ist zu beachten, dass man dem Messwert nicht immer trauen darf.

Bei ungünstigen Verhältnissen kommt es zu Verfälschungen des Messergebnisses durch den Eigenverbrauch des Messgerätes. Das hängt damit zusammen, dass das Messgerät selbst Energie verbraucht.

$$U_M = U_{RV} + U_{RM} \quad I_{RV} = I_M = I_{RM} \quad R_V = \frac{U_{RV}}{I_{RV}}$$

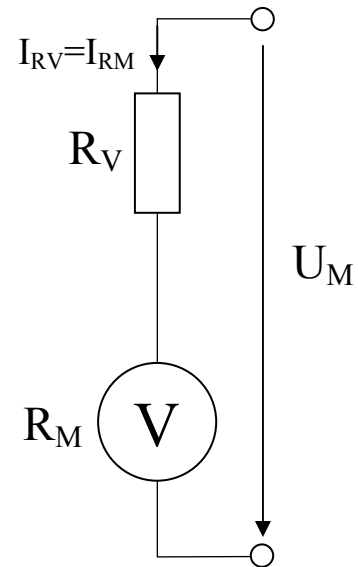
$$U_{RV} = U_{RM} - U_M$$

$$R_V = \frac{U_{RV}}{I_{RV}} = \frac{U_M - U_{RM}}{I_{RM}}$$

$$R_M = \frac{U_{RM}}{I_{RM}}$$

$$U_{RM} = 250\text{mV}; \quad I_{RM} = 100\mu\text{A}$$

$$R_M = \frac{250\text{mV}}{100\mu\text{A}} = \frac{250\text{V}}{100\text{mA}} = 2,5\text{k}\Omega$$



1. Berechnen Sie den Vorwiderstand R_{V1} für die Messbereichserweiterung auf 10V.

$$R_{V1} = \frac{U_{RV1}}{I_{RV1}} = \frac{U_{M1} - U_{RM}}{I_{RM}}$$

$$U_{M1} = 10\text{V}; \quad U_{RM} = 250\text{mV}; \quad I_{RM} = 100\mu\text{A}$$

$$R_{V1} = \frac{10\text{V} - 250\text{mV}}{100\mu\text{A}} = \frac{9,75\text{V}}{100\mu\text{A}} = 97500\Omega = 97,5\text{k}\Omega$$

2. Berechnen Sie den Vorwiderstand R_{V2} für die Messbereichserweiterung auf 50V.

$$R_{V2} = \frac{U_{RV2}}{I_{RV2}} = \frac{U_{M2} - U_{RM}}{I_{RM}}$$

$$U_{M2} = 50\text{V}; \quad U_{RM} = 250\text{mV}; \quad I_{RM} = 100\mu\text{A}$$

$$R_{V2} = \frac{50\text{V} - 250\text{mV}}{100\mu\text{A}} = \frac{49,75\text{V}}{100\mu\text{A}} = 0,4975\text{M}\Omega = 497,5\text{k}\Omega$$

3. Berechnen Sie den Vorwiderstand R_{V3} für die Messbereichserweiterung auf 100V.

$$R_{V3} = \frac{U_{RV3}}{I_{RV3}} = \frac{U_{M3} - U_{RM}}{I_{RM}}$$

$$U_{M3} = 100V; \quad U_{RM} = 250mV; \quad I_{RM} = 100\mu A$$

$$R_{V3} = \frac{100V - 250mV}{100\mu A} = \frac{99,75V}{100\mu A} = 0,9975 M\Omega = 997,5k\Omega$$

4. Berechnen Sie den Messgerätewiderstand R_{Mges1} für die Messbereichserweiterung auf 10V.

$$R_{Mges1} = \frac{U_{M1}}{I_{RM}} = R_M + R_{V1}$$

$$U_{M1} = 10V; \quad I_{RM} = 100\mu A; \quad R_M = 2,5k\Omega; \quad R_{V1} = 97,5k\Omega$$

$$R_{Mges1} = \frac{10V}{100\mu A} = 100k\Omega$$

$$R_{Mges1} = 2,5k\Omega + 97,5k\Omega = 100k\Omega$$

5. Berechnen Sie den Messgerätewiderstand R_{Mges2} für die Messbereichserweiterung auf 50V.

$$R_{Mges1} = \frac{U_{M2}}{I_{RM}} = R_M + R_{V2}$$

$$U_{M2} = 50V; \quad I_{RM} = 100\mu A; \quad R_M = 2,5k\Omega; \quad R_{V2} = 497,5k\Omega$$

$$R_{Mges2} = \frac{50V}{100\mu A} = 500k\Omega$$

$$R_{Mges1} = 2,5k\Omega + 497,5k\Omega = 500k\Omega$$

6. Berechnen Sie den Messgerätewiderstand R_{Mges3} für die Messbereichserweiterung auf 100V.

$$R_{Mges1} = \frac{U_{M3}}{I_{RM}} = R_M + R_{V3}$$

$$U_{M3} = 100V; \quad I_{RM} = 100\mu A; \quad R_M = 2,5k\Omega; \quad R_{V3} = 497,5k\Omega$$

$$R_{Mges1} = \frac{100V}{100\mu A} = 1M\Omega$$

$$R_{Mges1} = 2,5k\Omega + 997,5k\Omega = 1M\Omega$$

$$\frac{U_1}{U_M} = \frac{R_1 + R_{2ers}}{R_{2ers}} \Rightarrow U_M = \frac{R_{2ers}}{R_1 + R_{2ers}} \cdot U_1$$

$$R_{2ers} = R_2 \parallel R_{Mges} = \frac{R_2 \cdot R_{Mges}}{R_2 + R_{Mges}}$$

7. Welche Spannung U_{M0} ist am Spannungsteiler ohne das Messgerät (Leerlauf).

$$U_1 = 30V; \quad R_1 = 200k\Omega; \quad R_2 = 100k\Omega; \quad R_{Mges0} \Rightarrow \infty$$

$$U_{M0} = \frac{R_{2ers0}}{R_1 + R_{2ers0}} \cdot U_1 \quad \text{mit} \quad R_{2ers0} = R_2$$

$$R_{2ers0} = R_2 = 100k\Omega$$

$$U_{M0} = \frac{100k\Omega}{200k\Omega + 100k\Omega} \cdot 30V = \frac{100k\Omega}{300k\Omega} \cdot 30V = 10V$$

8. Welche Spannung U_{M1} misst das Messgerät im 10V Messbereich.

$$U_1 = 30V; \quad R_1 = 200k\Omega; \quad R_2 = 100k\Omega; \quad R_{Mges1} = 100k\Omega$$

$$U_{M1} = \frac{R_{2ers1}}{R_1 + R_{2ers1}} \cdot U_1 \quad \text{mit} \quad R_{2ers1} = R_2 \parallel R_{Mges1} = \frac{R_2 \cdot R_{Mges1}}{R_2 + R_{Mges1}}$$

$$R_{2ers1} = \frac{100k\Omega \cdot 100k\Omega}{100k\Omega + 100k\Omega} = \frac{100k\Omega \cdot 100k\Omega}{200k\Omega} = \frac{100k\Omega}{2} = 50k\Omega$$

$$U_{M1} = \frac{50k\Omega}{200k\Omega + 50k\Omega} \cdot 30V = \frac{50k\Omega}{250k\Omega} \cdot 30V = 6,00V$$

9. Welche Spannung U_{M2} misst das Messgerät im 50V Messbereich.

$$U_1 = 30V; \quad R_1 = 200k\Omega; \quad R_2 = 100k\Omega; \quad R_{Mges2} = 500k\Omega$$

$$U_{M2} = \frac{R_{2ers2}}{R_1 + R_{2ers2}} \cdot U_1 \quad \text{mit} \quad R_{2ers2} = R_2 \parallel R_{Mges2} = \frac{R_2 \cdot R_{Mges2}}{R_2 + R_{Mges2}}$$

$$R_{2ers2} = \frac{100k\Omega \cdot 500k\Omega}{100k\Omega + 500k\Omega} = \frac{100k\Omega \cdot 500k\Omega}{600k\Omega} = 83,33k\Omega$$

$$U_{M2} = \frac{83,33k\Omega}{200k\Omega + 83,33k\Omega} \cdot 30V = \frac{83,33k\Omega}{283,33k\Omega} \cdot 30V = 8,824V$$

10. Welche Spannung U_{M3} misst das Messgerät im 100V Messbereich.

$$U_1 = 30V; \quad R_1 = 200k\Omega; \quad R_2 = 100k\Omega; \quad R_{Mges3} = 1M\Omega$$

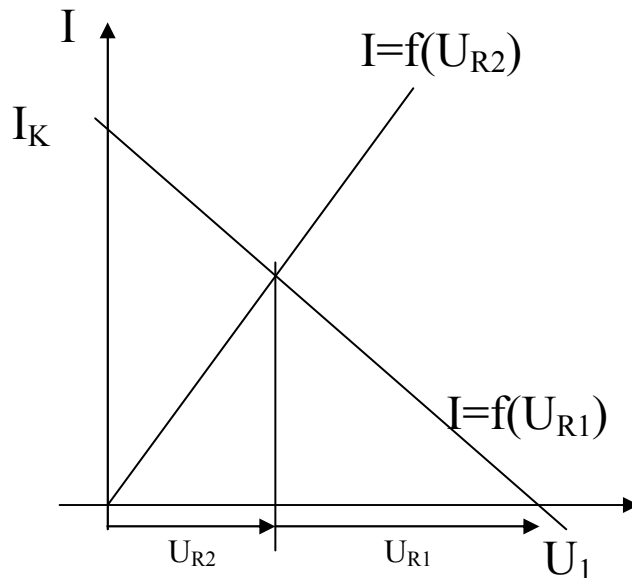
$$U_{M3} = \frac{R_{2ers}}{R_1 + R_{2ers}} \cdot U_1 \quad \text{mit} \quad R_{2ers} = R_2 \parallel R_{Mges3} = \frac{R_2 \cdot R_{Mges3}}{R_2 + R_{Mges3}}$$

$$R_{2ers} = \frac{100k\Omega \cdot 1M\Omega}{100k\Omega + 1M\Omega} = \frac{100k\Omega \cdot 1000k\Omega}{1100k\Omega} = 90,91k\Omega$$

$$U_{M3} = \frac{90,91k\Omega}{200k\Omega + 90,91k\Omega} \cdot 30V = \frac{90,91k\Omega}{290,91k\Omega} \cdot 30V = 9,375V$$

3. Aufgabenkomplex - 2. Aufgabe

Bestimmung der Funktion der Widerstandsgeraden (Lastgeraden) für R_1 .



1. Berechnen Sie die Funktion $I=f(R_2)$ allgemein.

$$I(U_{R2}) = -\frac{I_K}{U_1} U_{R2} + I_K \quad \text{mit} \quad \frac{U_1}{U_{R2}} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} = 1 + \frac{R_1}{R_2}$$

$$\text{folgt} \quad U_{R2} = \frac{U_1}{1 + \frac{R_1}{R_2}}$$

$$I(R_2) = -\frac{I_K}{U_1} \cdot \frac{U_1}{\left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)} + I_K = -\frac{I_K}{1 + \frac{R_1}{R_2}} + I_K = I_K \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_2}}\right)$$

2. Berechnen Sie die Funktion $I=f(U_{R1})$ allgemein.

$$I(U_{R2}) = -\frac{I_K}{U_1} U_{R2} + I_K \quad \text{mit} \quad U_{R2} = U_1 - U_{R1}$$

$$\begin{aligned} I(U_{R1}) &= -\frac{I_K}{U_1} (U_1 - U_{R1}) + I_K = -I_K + \frac{I_K \cdot U_{R1}}{U_1} + I_K \\ &= \frac{I_K}{U_1} \cdot U_{R1} \end{aligned}$$

3. Berechnen Sie die Funktion $I=f(R_2)$ mit den oben gegebenen Werten.

$$U_1 = 4V; \quad R_1 = 800\Omega; \quad I_K = \frac{U_1}{R_1} = \frac{4V}{800\Omega} = 5mA$$

$$I(R_2) = -\frac{I_K}{1 + \frac{R_1}{R_2}} + I_K = -\frac{5mA}{1 + \frac{800\Omega}{R_2}} + 5mA$$

$$I(R_2) = I_K \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_2}} \right) = 5mA \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{800\Omega}{R_2}} \right)$$

4. Berechnen Sie die Funktion $I=f(U_{R1})$ mit den oben gegebenen Werten.

$$U_1 = 4V; \quad R_1 = 800\Omega; \quad I_K = \frac{U_1}{R_1} = \frac{4V}{800\Omega} = 5mA$$

$$I(U_{R1}) = \frac{I_K}{U_1} \cdot U_{R1} = \frac{5mA}{4V} \cdot U_{R1} = 1,25mS \cdot U_{R1}$$

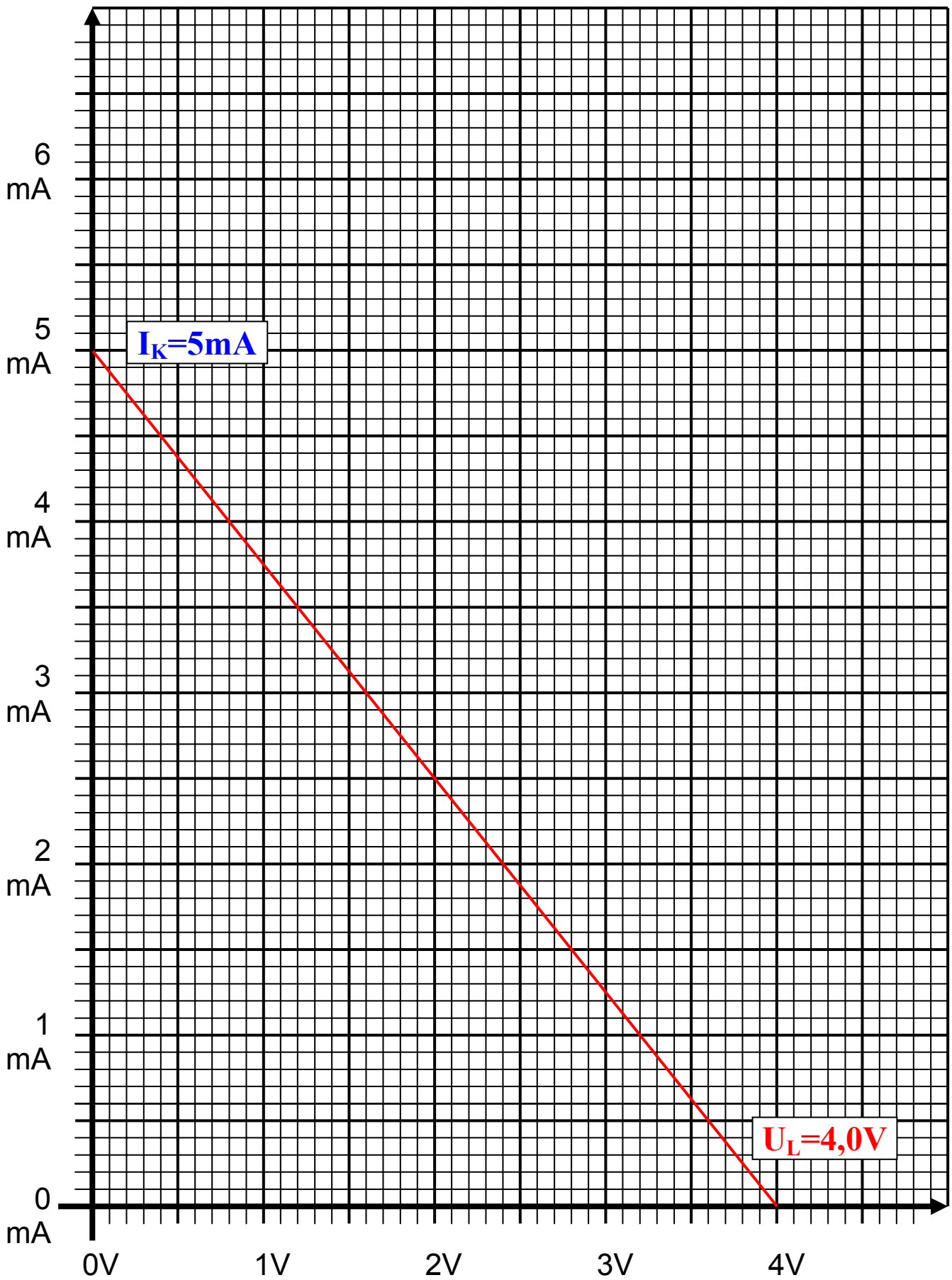
5. Berechnen Sie die Leerlaufspannung U_L .

$$U_L = U_1 = 4V$$

6. Berechnen Sie den Kurzschlussstrom I_K .

$$I_K = \frac{U_1}{R_1} = \frac{4V}{800\Omega} = 5mA$$

7. Zeichnen Sie die Widerstandsgeraden bezüglich R_1 .



8. Bestimmen Sie graphisch die Spannung $U_{R_{2-1}}$ über R_{2-1} und den Strom $I_{R_{2-1}}$ durch R_{2-1} wenn der Widerstand den Wert $R_{2-1}=400\Omega$ hat. Zeichnen Sie die Widerstandsgeraden bezüglich R_2 .

Zum Zeichnen der R_2 Geraden benötigt man für einen Strom von 6mA eine Spannung :

$$R_{2-1} = 400\Omega \quad I_{Z1} = 6mA$$

$$U_{Z1} = I_{Z1} \cdot R_{2-1} = 6mA \cdot 400\Omega = 2,4V$$

Abgelesene Werte :

$$U_{R_{2-1}} = 1,3V \quad I_{R_{2-1}} = 3,3mA$$

9. Bestimmen Sie graphisch die Spannung $U_{R_{2-2}}$ über R_{2-2} und den Strom $I_{R_{2-2}}$ durch R_{2-2} wenn der Widerstand den Wert $R_{2-2}=800\Omega$ hat. Zeichnen Sie die Widerstandsgeraden bezüglich R_2 .

Zum Zeichnen der R_2 Geraden benötigt man für einen Strom von 6mA eine Spannung :

$$R_{2-2} = 800\Omega \quad I_{Z2} = 6mA$$

$$U_{Z2} = I_{Z2} \cdot R_{2-2} = 6mA \cdot 800\Omega = 4,8V$$

Abgelesene Werte :

$$U_{R_{2-2}} = 2,0V \quad I_{R_{2-2}} = 2,5mA$$

10. Bestimmen Sie graphisch die Spannung $U_{R_{2-3}}$ über R_{2-3} und den Strom $I_{R_{2-3}}$ durch R_{2-3} wenn der Widerstand den Wert $R_{2-3}=1k\Omega$ hat. Zeichnen Sie die Widerstandsgeraden. bezüglich R_2 .

Zum Zeichnen der R_2 Geraden benötigt man für einen Strom von 6mA eine Spannung :

$$R_{2-3} = 1k\Omega \quad I_{Z3} = 5mA$$

$$U_{Z3} = I_{Z3} \cdot R_{2-3} = 5mA \cdot 1000\Omega = 5,0V$$

Abgelesene Werte :

$$U_{R_{2-3}} = 2,2V \quad I_{R_{2-3}} = 2,2mA$$

