

# Übung und Seminar zur Vorlesung „Grundlagen der Technischen Informatik 1“

## 4. Aufgabenkomplex

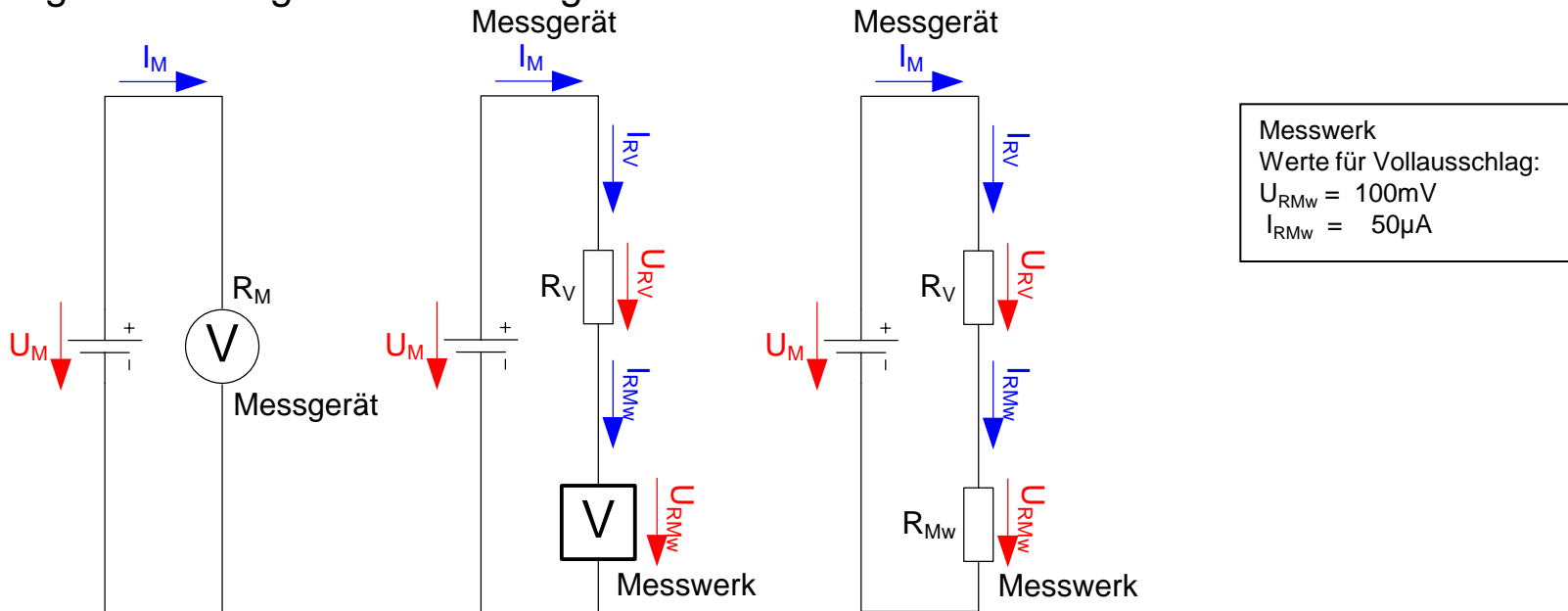
## 1. Aufgabe

## 1. Aufgabe

## Messbereichserweiterung an einem Spannungsmessgerät

Unter Verwendung von Vorwiderständen kann man den Spannungsmessbereich eines Messwerkes erhöhen.

Gegeben ist folgende Schaltung:



$R_M$  ist der Innenwiderstand des Messgerätes im jeweiligen Messbereich. Hier wird ein Messwerk verwendet, das bei Vollausschlag einem Strom von  $50\mu\text{A}$  und Spannung von  $100\text{mV}$  misst und den Innenwiderstand  $R_{Mw}$  hat. Der Vollausschlag entspricht dem Messbereich.

Dabei entspricht hier die Spannung  $U_M$  der Spannung des erweiterten Messbereiches bei Vollausschlag des Messwerkes.

## 1. Aufgabe

# 1. Aufgabe

## Messbereichserweiterung an einem Spannungsmessgerät

- 1.1. Berechnen Sie den Widerstand  $R_{Mw}$  für das Messgerät ohne Beschaltung
- 1.2. Berechnen Sie den Widerstand  $R_{V-5}$  und  $R_{M-5}$  des Messgerätes für den Messbereich 5V
- 1.3. Berechnen Sie den Widerstand  $R_{V-10}$  und  $R_{M-10}$  des Messgerätes für den Messbereich 10V
- 1.4. Berechnen Sie den Widerstand  $R_{V-50}$  und  $R_{M-50}$  des Messgerätes für den Messbereich 50V
- 1.5. Berechnen Sie den Widerstand  $R_{V-100}$  und  $R_{M-100}$  des Messgerätes für den Messbereich 100V

## 1. Aufgabe

## Formeln und Maßeinheiten:

*Formel :*

$$U = I \cdot R$$

$$P = U \cdot I$$

$$U_M = U_{RV} + U_{RMw}$$

$$I_M = I_{RV} = I_{RMw}$$

$$R_M = R_V + R_{Mw}$$

$$R_{Mw} = \frac{U_{RMw}}{I_{RMw}}$$

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

*Maßeinheit:*

$$[U] = V$$

$$[I] = A$$

$$[R] = \Omega \left[ = \frac{V}{A} \right]$$

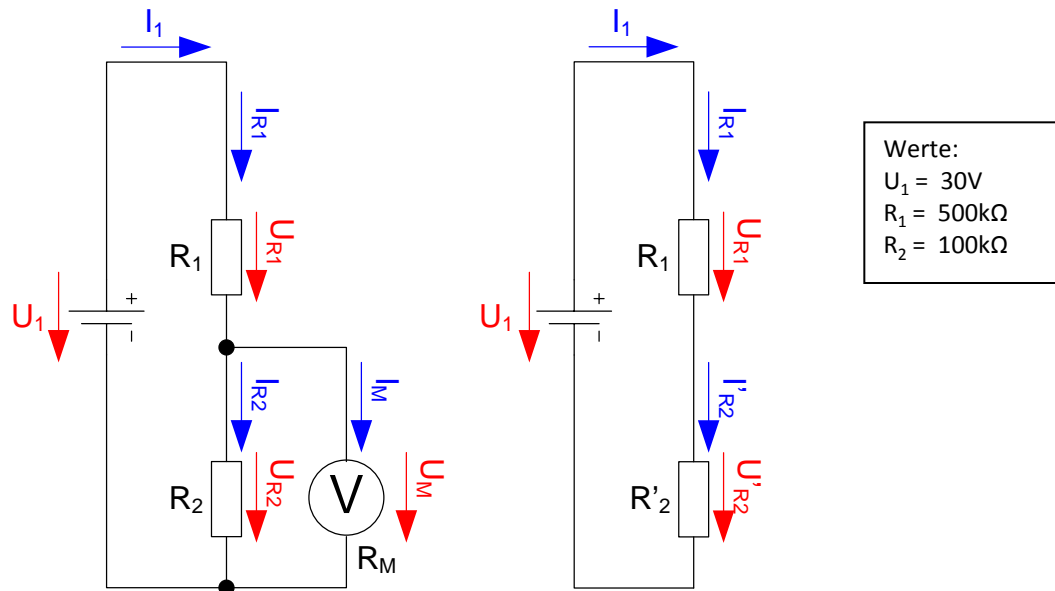
## 2. Aufgabe

## 2. Aufgabe

**Spannungsmessung an einem belasteten Widerstands-Spannungsteiler**

Bei Spannungsmessungen kann es auch wie bei Strommessungen zu Fehlmessungen kommen. Verantwortlich dafür ist der Innenwiderstand des Messgerätes  $R_M$ .

Gegeben ist folgende Schaltung:



Dabei ist  $R_M$  ( $R_{M-5} \dots R_{M-100}$ ) der Innenwiderstand des Messgerätes im jeweiligen Messbereich. Benutzt werden die Werte aus Aufgabe 1. Die tatsächlich gemessene Spannung für den entsprechenden Messbereich entspricht der Spannung  $U'_{R_2}$  über dem Widerstand  $R'_2$ .

## 2. Aufgabe

## 2. Aufgabe

### Spannungsmessung an einem belasteten Widerstands-Spannungsteiler

- 2.1. Berechnen Sie den Widerstand  $R'_{2-0}$ , Widerstand  $R_{g-0}$ , den Strom  $I_{1-0}$  und die Spannung  $U'_{R2-0}$  ohne das Messgerät (Leerlauf)
- 2.2. Berechnen Sie den Widerstand  $R'_{2-5}$ , Widerstand  $R_{g-5}$ , den Strom  $I_{1-5}$  und die Spannung  $U'_{R2-5}$  für den Messbereich 5V
- 2.3. Berechnen Sie den Widerstand  $R'_{2-10}$ , Widerstand  $R_{g-10}$ , den Strom  $I_{1-10}$  und die Spannung  $U'_{R2-10}$  für den Messbereich 10V
- 2.4. Berechnen Sie den Widerstand  $R'_{2-50}$ , Widerstand  $R_{g-50}$ , den Strom  $I_{1-50}$  und die Spannung  $U'_{R2-50}$  für den Messbereich 50V
- 2.5. Berechnen Sie den Widerstand  $R'_{2-100}$ , Widerstand  $R_{g-100}$ , den Strom  $I_{1-100}$  und die Spannung  $U'_{R2-100}$  für den Messbereich 100V

## 2. Aufgabe

## Formeln und Maßeinheiten:

*Formel:*

$$U = I \cdot R$$

$$U'_{R_2} = U_{R_2} = U_M$$

$$I_1 = I_{R_1} = I'_{R_2}$$

$$R'_2 = R_2 \parallel R_M = \frac{R_2 \cdot R_M}{R_2 + R_M}$$

$$R_g = R_1 + R'_2$$

$$I_1 = \frac{U_1}{R_g}$$

$$U'_{R_2} = I'_{R_2} \cdot R'_2$$

*Maßeinheit:*

$$[U] = V$$

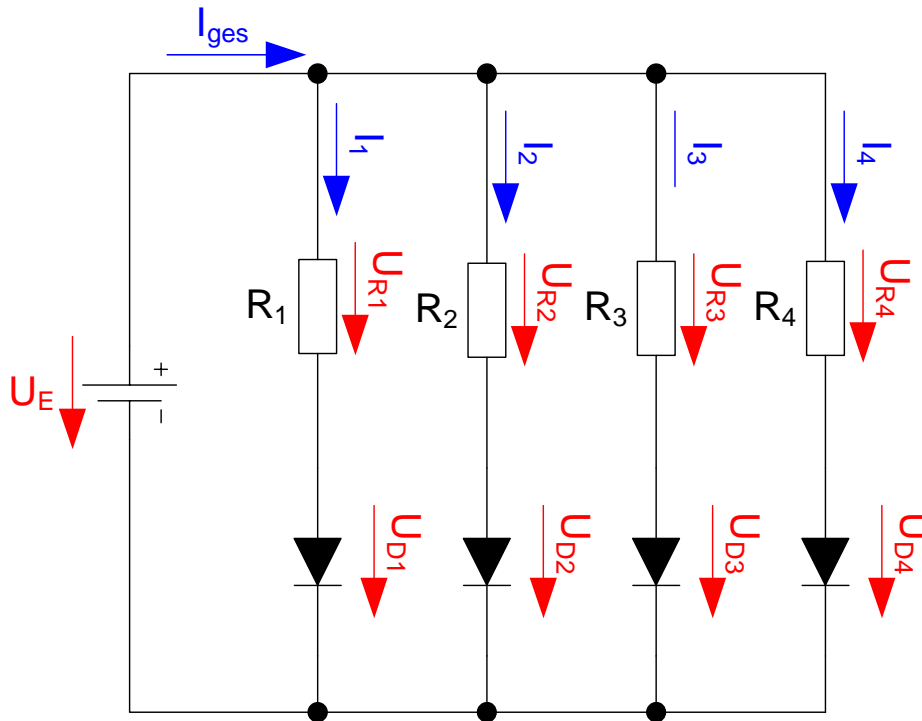
$$[I] = A$$

$$[R] = \Omega \left[ = \frac{V}{A} \right]$$

## 3. Aufgabe

## 3. Aufgabe

## Beschaltung von Silizium- und Leuchtdioden (LED)



$$U_E = 8V$$

$$U_{AD1} = 0,8V$$

$$U_{AD2} = 1,8V$$

$$U_{AD3} = 2,5V$$

$$U_{AD4} = 3,9V$$

Die Dioden  $D_1$  bis  $D_4$  sollen an der Spannungsquelle  $U_E$  betrieben werden. Dabei fallen über die Dioden  $D_1 - D_4$  die Spannungen  $U_{AD1} - U_{AD4}$  ab.  $D_1$  ist die Silizium-Diode,  $D_2$  ist die rote Leuchtdiode,  $D_3$  ist die grüne Leuchtdiode,  $D_4$  ist die blaue Leuchtdiode.



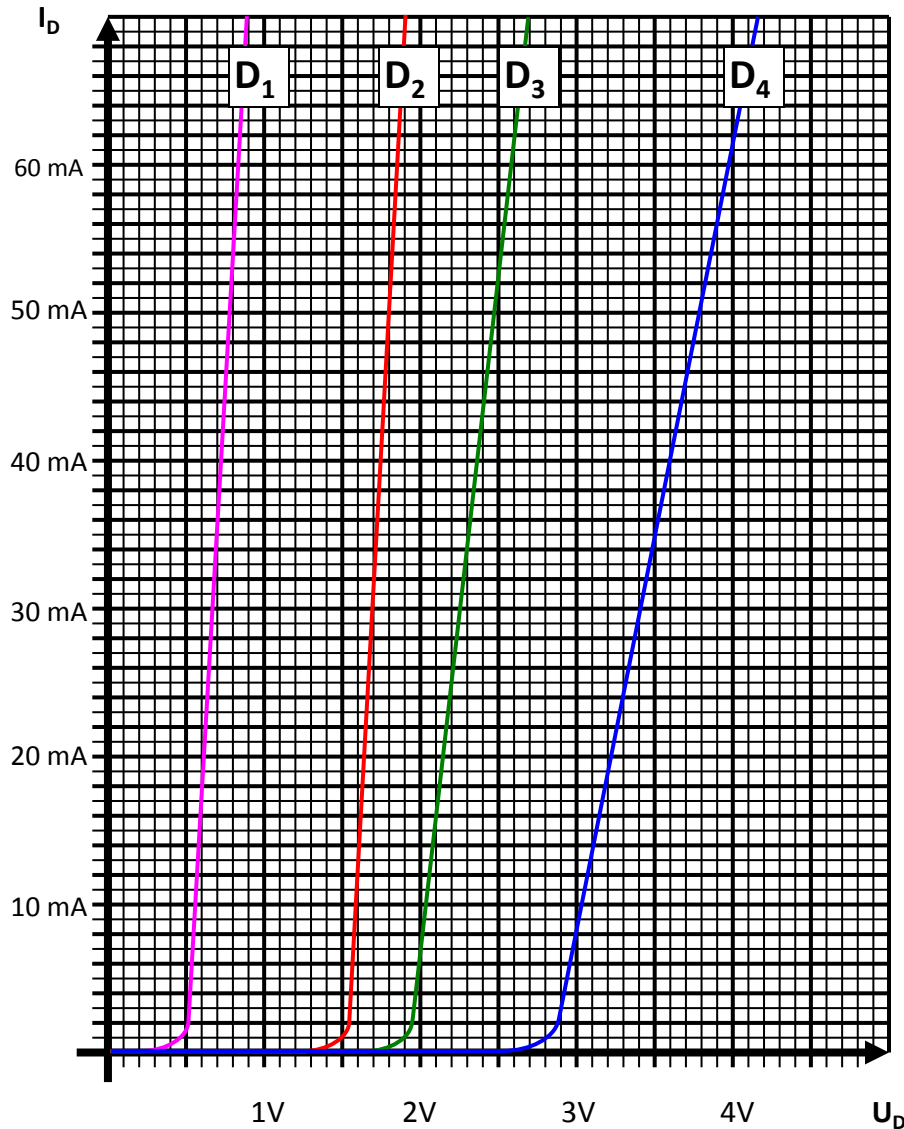
## 3. Aufgabe

# 3. Aufgabe

## Beschaltung von Silizium- und Leuchtdioden (LED)

- 3.1. Bestimmen Sie die Leerlaufspannungen  $U_{LR1} - U_{LR4}$  und für die Widerstände  $R_1 - R_4$
- 3.2. Bestimmen Sie die Ströme  $I_{AD1} - I_{AD4}$  der Arbeitspunkte der Dioden für die Widerstände  $R_1 - R_4$
- 3.3. Bestimmen Sie die Widerstände  $R_1 - R_4$  mittels  $U_E$ ,  $U_{AD}$  und  $I_{AD}$
- 3.4. Bestimmen Sie die Ströme für die 4 Widerstandsgeraden  $I_{5V-1} - I_{5V-4}$  (da die Leerlaufspannung nicht auf dem Blatt ist). Das Kennlinienblatt darf nicht verlängert werden
- 3.5. Bestimmen Sie die Kurzschlussströme  $I_{KR1} - I_{KR4}$  für die Widerstände  $R_1 - R_4$
- 3.6. Konstruieren Sie die Widerstandsgeraden. Benutzen Sie dazu, wenn notwendig, die Hilfsgrößen  $I_{5V}$  und  $U_{70mA}$
- 3.7. Berechnen Sie die Leistung  $P_{D1} - P_{D4}$  der Dioden  $D_1 - D_4$
- 3.8. Berechnen Sie die Leistung  $P_{R1} - P_{R4}$  der Widerstände  $R_1 - R_4$
- 3.9. Berechnen Sie den Gesamtstrom  $I_{ges}$
- 3.10. Berechnen Sie den Gesamtleistung der Schaltung  $P_{ges}$
- 3.11. Berechnen Sie die verbrauchte Gesamtenergie  $W_{ges}$  die in der Zeit von  $t=1h$  verbraucht wird

3. Aufgabe



## 3. Aufgabe

## Formeln und Maßeinheiten:

*Formel:*

$$U = I \cdot R$$

$$P = U \cdot I$$

$$W = P \cdot t = U \cdot I \cdot t = F \cdot s$$

*Maßeinheit:*

$$[U] = V$$

$$[I] = A$$

$$[R] = \Omega \left[ = \frac{V}{A} \right]$$

$$[t] = s$$

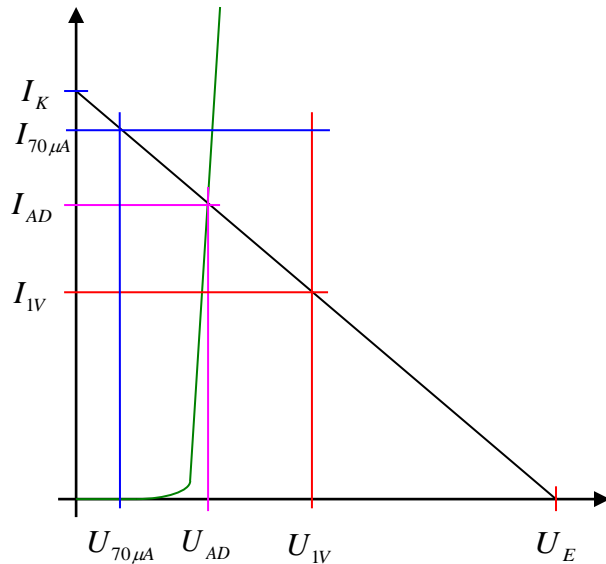
$$[P] = W = V \cdot A$$

$$[W] = 1J = 1Ws = 1Nm = 1 \frac{kgm^2}{s^2}$$

## 3. Aufgabe

Hilfe:

Zeichnen der Widerstandsgeraden bei Überschreitung der Eckwerte  $U_E$  und  $I_K$  am Beispiel des Randes von  $70\mu\text{A}$  und  $1\text{V}$ .



Grenzwerte für das Datenblatt  $U_{1V} = 1\text{V} / I_{70\mu\text{A}} = 70\mu\text{A}$

$$I_K = \frac{U_E}{R_B}$$

$$R_B = \frac{U_E}{I_K} = \frac{U_E - U_{AD}}{I_{AD}} = \frac{U_E - U_{1V}}{I_{1V}} \Rightarrow I_{1V} = \frac{U_E - U_{1V}}{R_B}$$

$$R_B = \frac{U_E - U_{AD}}{I_{AD}} = \frac{U_E - U_{70\mu\text{A}}}{I_{70\mu\text{A}}} \Rightarrow U_{70\mu\text{A}} = U_E - I_{70\mu\text{A}} R_B$$

Beispiel für  $U_E = 2\text{V}$  und  $R_B = 25\text{k}\Omega$

Eingangskennlinie:  $U_E = 2\text{V}$   $R_B = 25\text{k}\Omega$

$$U_E = 2\text{V} \quad I_K = \frac{U_E}{R_B} = \frac{2\text{V}}{25\text{k}\Omega} = 80\mu\text{A}$$

Eingangskennlinie:  $U_E = 2\text{V}$   $U_{1V} = 1\text{V}$   $R_B = 25\text{k}\Omega$

$$I_{1V} = \frac{U_E - U_{1V}}{R_B} = \frac{2\text{V} - 1\text{V}}{25\text{k}\Omega} = 40\mu\text{A}$$

Eingangskennlinie:  $U_E = 2\text{V}$   $I_{70\mu\text{A}} = 70\mu\text{A}$   $R_B = 25\text{k}\Omega$  ( $I_K = 80\mu\text{A}$ )

$$U_{70\mu\text{A}} = U_E - I_{70\mu\text{A}} R_B = 2\text{V} - 70\mu\text{A} \cdot 25\text{k}\Omega = 2\text{V} - 1.75\text{V} = 0,25\text{V}$$

# Punkteverteilung:

Gesamtpunktzahl: 30 Punkte

Aufgabe 1.1	je 1 Punkt
Aufgabe 1.2-1.5	je 2 Punkte
Aufgabe 2.1-2.5	je 2 Punkte
Aufgabe 3.1-3.11	je 1 Punkt

## Bemerkung:

- In allen Formeln mit Zahlen sind die Maßeinheiten mitzuschleifen.
- Bei den Endergebnissen sind die Maßeinheiten zu verwenden, die, wenn vorhanden, aus einem Buchstaben bestehen. Während der Rechnung können Sie nach eigenem Ermessen verfahren.
- 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.
- Alle Aufgaben auf eine Mantissengenauigkeit von 4 Stellen genau berechnen, wenn in der Aufgabe nicht anders angegeben (Exponent-Mantissendarstellung).
- Die Aufgaben sind zu nummerieren, auch die Teilaufgaben.
- Der Rechenweg muß ersichtlich sein. Gegebenenfalls das Schmierblatt anheften.
- Jedes Blatt ist wie folgt zu nummerieren Seite/Gesamtzahl der Seiten (z.B. Seite 6/8)
- Spannungen mit der Masche sind positiv, umgekehrt negativ.
- Ströme zum Knoten sind positiv, umgekehrt negativ.

Nichtbeachtung wird mit Punktabzug geahndet!

### Bemerkung zu den Kennlinien:

- Alle Werte sind auf 4 Stellen zu berechnen.
- Beim Ablesen aus den Kennlinienfeldern auf den halben Strich runden. Im Zweifelsfall auf den nächsthöheren. Die Genauigkeit ergibt sich hier aus der Ablesegenauigkeit.
- Bei den Basisströmen ist auf  $0,5\mu\text{A}$  zu interpolieren.

Nichtbeachtung wird mit Punktabzug geahndet!

## Präfixe zur Kennzeichnung des Vielfachen von gesetzlichen Einheiten (dezimal):

Präfix	Faktor	Bezeichnung	Präfix	Faktor	Bezeichnung
Y	$10^{24}$	Yotta	m	$10^{-3}$	Milli
Z	$10^{21}$	Zetta	$\mu$	$10^{-6}$	Mikro
E	$10^{18}$	Exa	n	$10^{-9}$	Nano
P	$10^{15}$	Peta	p	$10^{-12}$	Piko
T	$10^{12}$	Tera	f	$10^{-15}$	Femto
G	$10^9$	Giga	a	$10^{-18}$	Atto
M	$10^6$	Mega	z	$10^{-21}$	Zepto
k	$10^3$	Kilo	y	$10^{-24}$	Yokto

Umgang mit den Präfixen am Beispiel der Mantissengenauigkeit von 4 Stellen:

- ,- Präfix Maßeinheit
- ,-- Präfix Maßeinheit
- ,--- Präfix Maßeinheit

Beispiele:

216,4 $\mu$ F; 33,45kHz; 2,456M $\Omega$ ; 7,482A



# 1. Aufgabe Lösung

## Messbereichserweiterung an einem Spannungsmessgerät

- 1.1. Berechnen Sie den Widerstand  $R_{Mw}$  für das Messgerät ohne Beschaltung
- 1.2. Berechnen Sie den Widerstand  $R_{V-5}$  und  $R_{M-5}$  des Messgerätes für den Messbereich 5V
- 1.3. Berechnen Sie den Widerstand  $R_{V-10}$  und  $R_{M-10}$  des Messgerätes für den Messbereich 10V
- 1.4. Berechnen Sie den Widerstand  $R_{V-50}$  und  $R_{M-50}$  des Messgerätes für den Messbereich 50V
- 1.5. Berechnen Sie den Widerstand  $R_{V-100}$  und  $R_{M-100}$  des Messgerätes für den Messbereich 100V

## Lösung - 1. Aufgabe

1.1. Berechnen Sie den Widerstand  $R_{Mw}$  für das Messgerät ohne Beschaltung

$$R_{Mw} = \frac{U_{RMw}}{I_{RMw}}$$

$$U_{RMw} = 100mV \quad \bullet \quad I_{RMw} = 50\mu A$$

$$R_{Mw} = \frac{100mV}{50\mu A} = \frac{100 \cdot 10^{-3}V}{50 \cdot 10^{-6}A} = 2 \cdot 10^3 \Omega = 2k\Omega$$

1.2. Berechnen Sie den Widerstand  $R_{V-5}$  und  $R_{M-5}$  des Messgerätes für den Messbereich 5V

$$R_V = \frac{U_{RV}}{I_{RV}} = \frac{U_M - U_{RMw}}{I_{RMw}} \quad \bullet \quad R_M = \frac{U_M}{I_M} = \frac{U_M}{I_{RMw}} = R_V + R_{Mw}$$

$$U_{M-5} = 5V \quad \bullet \quad U_{RMw} = 100mV \quad \bullet \quad I_{RMw} = 50\mu A \quad \bullet \quad R_{RMw} = 2k\Omega$$

$$R_{V-5} = \frac{5V - 100mV}{50\mu A} = \frac{4,9V}{50 \cdot 10^{-6}A} = 0,098 \cdot 10^6 \Omega = 98k\Omega$$

$$R_{M-5} = \frac{5V}{50\mu A} = \frac{5V}{50 \cdot 10^{-6}A} = 0,1 \cdot 10^6 \Omega = 100k\Omega$$

$$R_{M-5} = 98k\Omega + 2k\Omega = 100k\Omega$$

## Lösung - 1. Aufgabe

1.3. Berechnen Sie den Widerstand  $R_{V-10}$  und  $R_{M-10}$  des Messgerätes für den Messbereich 10V

$$R_V = \frac{U_{RV}}{I_{RV}} = \frac{U_M - U_{RMw}}{I_{RMw}} \quad \bullet \quad R_M = \frac{U_M}{I_M} = \frac{U_M}{I_{RMw}} = R_V + R_{Mw}$$

$$U_{M-10} = 10V \quad \bullet \quad U_{RMw} = 100mV \quad \bullet \quad I_{RMw} = 50\mu A \quad \bullet \quad R_{RMw} = 2k\Omega$$

$$R_{V-10} = \frac{10V - 100mV}{50\mu A} = \frac{9,9V}{50 \cdot 10^{-6} A} = 0,198 \cdot 10^6 \Omega = 198k\Omega$$

$$R_{M-10} = \frac{10V}{50\mu A} = \frac{10V}{50 \cdot 10^{-6} A} = 0,2 \cdot 10^6 \Omega = 200k\Omega$$

$$R_{M-10} = 198k\Omega + 2k\Omega = 200k\Omega$$

1.4. Berechnen Sie den Widerstand  $R_{V-50}$  und  $R_{M-50}$  des Messgerätes für den Messbereich 50V

$$R_V = \frac{U_{RV}}{I_{RV}} = \frac{U_M - U_{RMw}}{I_{RMw}} \quad \bullet \quad R_M = \frac{U_M}{I_M} = \frac{U_M}{I_{RMw}} = R_V + R_{Mw}$$

$$U_{M-50} = 50V \quad \bullet \quad U_{RMw} = 100mV \quad \bullet \quad I_{RMw} = 50\mu A \quad \bullet \quad R_{RMw} = 2k\Omega$$

$$R_{V-50} = \frac{50V - 100mV}{50\mu A} = \frac{49,9V}{50 \cdot 10^{-6} A} = 0,998 \cdot 10^6 \Omega = 998k\Omega$$

$$R_{M-50} = \frac{50V}{50\mu A} = \frac{50V}{50 \cdot 10^{-6} A} = 1 \cdot 10^6 \Omega = 1M\Omega$$

$$R_{M-50} = 998k\Omega + 2k\Omega = 1M\Omega$$

## Lösung - 1. Aufgabe

1.5. Berechnen Sie den Widerstand  $R_{V-100}$  und  $R_{M-100}$  des Messgerätes für den Messbereich 100V

$$R_V = \frac{U_{RV}}{I_{RV}} = \frac{U_M - U_{RMw}}{I_{RMw}} \quad \bullet \quad R_M = \frac{U_M}{I_M} = \frac{U_M}{I_{RMw}} = R_V + R_{Mw}$$

$$U_{M-100} = 100V \quad \bullet \quad U_{RMw} = 100mV \quad \bullet \quad I_{RMw} = 50\mu A \quad \bullet \quad R_{RMw} = 2k\Omega$$

$$R_{V-100} = \frac{100V - 100mV}{50\mu A} = \frac{99,9V}{50 \cdot 10^{-6} A} = 1,998 \cdot 10^6 \Omega = 1,998M\Omega$$

$$R_{M-100} = \frac{100V}{50\mu A} = \frac{100V}{50 \cdot 10^{-6} A} = 2 \cdot 10^6 \Omega = 2M\Omega$$

$$R_{M-100} = 1,998M\Omega + 2k\Omega = 2M\Omega$$

## Ergebnisse:

*Ergebnisse:*

$$100mV / 50\mu A - \text{Messbereich} \quad R_{Mw} = 2k\Omega$$

$$5V - \text{Messbereich} \quad R_{V-5} = 98k\Omega \quad R_{M-5} = 100k\Omega$$

$$10V - \text{Messbereich} \quad R_{V-10} = 198k\Omega \quad R_{M-10} = 200k\Omega$$

$$50 - \text{Messbereich} \quad R_{V-50} = 998k\Omega \quad R_{M-50} = 1M\Omega$$

$$100V - \text{Messbereich} \quad R_{V-100} = 1,998M\Omega \quad R_{M-100} = 2M\Omega$$

## 2. Aufgabe Lösung

### Spannungsmessung an einem belasteten Widerstands-Spannungsteiler

- 2.1. Berechnen Sie den Widerstand  $R'_{2-0}$ , Widerstand  $R_{g-0}$ , den Strom  $I_{1-0}$  und die Spannung  $U'_{R2-0}$  ohne das Messgerät (Leerlauf)
- 2.2. Berechnen Sie den Widerstand  $R'_{2-5}$ , Widerstand  $R_{g-5}$ , den Strom  $I_{1-5}$  und die Spannung  $U'_{R2-5}$  für den Messbereich 5V
- 2.3. Berechnen Sie den Widerstand  $R'_{2-10}$ , Widerstand  $R_{g-10}$ , den Strom  $I_{1-10}$  und die Spannung  $U'_{R2-10}$  für den Messbereich 10V
- 2.4. Berechnen Sie den Widerstand  $R'_{2-50}$ , Widerstand  $R_{g-50}$ , den Strom  $I_{1-50}$  und die Spannung  $U'_{R2-50}$  für den Messbereich 50V
- 2.5. Berechnen Sie den Widerstand  $R'_{2-100}$ , Widerstand  $R_{g-100}$ , den Strom  $I_{1-100}$  und die Spannung  $U'_{R2-100}$  für den Messbereich 100V

## Lösung - 2. Aufgabe

2.1. Berechnen Sie den Widerstand  $R'_{2-0}$ , Widerstand  $R_{g-0}$ , den Strom  $I_{1-0}$  und die Spannung  $U'_{R2-0}$  ohne das Messgerät (Leerlauf)

$$R'_2 = \frac{R_2 \cdot R_M}{R_2 + R_M} \quad \bullet \quad R_g = R_1 + R'_2 \quad \bullet \quad I_1 = \frac{U_1}{R_g} \quad \bullet \quad U'_{R2} = I_1 \cdot R'_2$$

$$R_1 = 500k\Omega \quad \bullet \quad R_2 = 100k\Omega \quad \bullet \quad U_1 = 30V \quad \bullet \quad R_M \rightarrow \infty$$

$$R'_{2-0} = R_2 = 100k\Omega \quad \bullet \quad R_{g-0} = 500k\Omega + 100k\Omega = 600k\Omega$$

$$I_{1-0} = \frac{30V}{600k\Omega} = 50\mu A \quad \bullet \quad U'_{R2-0} = 50\mu A \cdot 100k\Omega = 5V$$

2.2. Berechnen Sie den Widerstand  $R'_{2-5}$ , Widerstand  $R_{g-5}$ , den Strom  $I_{1-5}$  und die Spannung  $U'_{R2-5}$  für den Messbereich 5V

$$R'_2 = \frac{R_2 \cdot R_M}{R_2 + R_M} \quad \bullet \quad R_g = R_1 + R'_2 \quad \bullet \quad I_1 = \frac{U_1}{R_g} \quad \bullet \quad U'_{R2} = I_1 \cdot R'_2$$

$$R_1 = 500k\Omega \quad \bullet \quad R_2 = 100k\Omega \quad \bullet \quad U_1 = 30V \quad \bullet \quad R_M = 100k\Omega$$

$$R'_{2-5} = \frac{100k\Omega \cdot 100k\Omega}{100k\Omega + 100k\Omega} = \frac{10^4 k\Omega^2}{200k\Omega} = 50k\Omega \quad \bullet \quad R_{g-5} = 500k\Omega + 50k\Omega = 550k\Omega$$

$$I_{1-5} = \frac{30V}{550k\Omega} = 54,55\mu A \quad \bullet \quad U'_{R2-5} = 54,55\mu A \cdot 50k\Omega = 2,728V$$

## Lösung - 2. Aufgabe

2.3. Berechnen Sie den Widerstand  $R'_{2-10}$ , Widerstand  $R_{g-10}$ , den Strom  $I_{1-10}$  und die Spannung  $U'_{R2-10}$  für den Messbereich 10V

$$R'_2 = \frac{R_2 \cdot R_M}{R_2 + R_M} \quad \bullet \quad R_g = R_1 + R'_2 \quad \bullet \quad I_1 = \frac{U_1}{R_g} \quad \bullet \quad U'_{R2} = I_1 \cdot R'_2$$

$$R_1 = 500k\Omega \quad \bullet \quad R_2 = 100k\Omega \quad \bullet \quad U_1 = 30V \quad \bullet \quad R_M = 200k\Omega$$

$$R'_{2-10} = \frac{100k\Omega \cdot 200k\Omega}{100k\Omega + 200k\Omega} = \frac{2 \cdot 10^4 k\Omega^2}{300k\Omega} = 66,67k\Omega \quad \bullet \quad R_{g-10} = 500k\Omega + 66,67k\Omega = 566,7k\Omega$$

$$I_{1-10} = \frac{30V}{566,7k\Omega} = 52,94\mu A \quad \bullet \quad U'_{R2-10} = 52,94\mu A \cdot 66,67k\Omega = 3,530V$$

2.4. Berechnen Sie den Widerstand  $R'_{2-50}$ , Widerstand  $R_{g-50}$ , den Strom  $I_{1-50}$  und die Spannung  $U'_{R2-50}$  für den Messbereich 50V

$$R'_2 = \frac{R_2 \cdot R_M}{R_2 + R_M} \quad \bullet \quad R_g = R_1 + R'_2 \quad \bullet \quad I_1 = \frac{U_1}{R_g} \quad \bullet \quad U'_{R2} = I_1 \cdot R'_2$$

$$R_1 = 500k\Omega \quad \bullet \quad R_2 = 100k\Omega \quad \bullet \quad U_1 = 30V \quad \bullet \quad R_M = 1M\Omega$$

$$R'_{2-50} = \frac{100k\Omega \cdot 1M\Omega}{100k\Omega + 1M\Omega} = \frac{10^5 k\Omega^2}{1,1 \cdot 10^3 k\Omega} = 90,91k\Omega \quad \bullet \quad R_{g-50} = 500k\Omega + 90,91k\Omega = 590,91k\Omega$$

$$I_{1-50} = \frac{30V}{590,91k\Omega} = 50,77\mu A \quad \bullet \quad U'_{R2-50} = 50,77\mu A \cdot 90,91k\Omega = 4,616V$$

## Lösung - 2. Aufgabe

2.5. Berechnen Sie den Widerstand  $R_{V-100}$  und  $R_{M-100}$  des Messgerätes für den Messbereich 100V

$$R'_2 = \frac{R_2 \cdot R_M}{R_2 + R_M} \quad \bullet \quad R_g = R_1 + R'_2 \quad \bullet \quad I_1 = \frac{U_1}{R_g} \quad \bullet \quad U'_{R_2} = I_1 \cdot R'_2$$

$$R_1 = 500k\Omega \quad \bullet \quad R_2 = 100k\Omega \quad \bullet \quad U_1 = 30V \quad \bullet \quad R_M = 2M\Omega$$

$$R'_{2-100} = \frac{100k\Omega \cdot 2M\Omega}{100k\Omega + 2M\Omega} = \frac{2 \cdot 10^5 k\Omega^2}{2,1M\Omega} = 95,24k\Omega \quad \bullet \quad R_{g-100} = 500k\Omega + 95,24k\Omega = 595,2k\Omega$$

$$I_{1-100} = \frac{30V}{595,2k\Omega} = 50,40\mu A \quad \bullet \quad U'_{R_2-100} = 50,40\mu A \cdot 95,24k\Omega = 4,800V$$

Ergebnisse:

*Ergebnisse:*

Messwerk: 100mV / 50μA – Messbereich  $R_{Mw} = 2k\Omega$

ohne Messgerät	$R_{M-0} \rightarrow \infty$	$R'_{2-0} = R_2 = 100k\Omega$	$U'_{R_2-0} = 5V$
5V – Messbereich	$R_{M-5} = 100k\Omega$	$R'_{2-5} = 50k\Omega$	$U'_{R_2-5} = 2,728V$
10V – Messbereich	$R_{M-10} = 200k\Omega$	$R'_{2-10} = 66,67k\Omega$	$U'_{R_2-10} = 3,530V$
50 – Messbereich	$R_{M-50} = 1M\Omega$	$R'_{2-50} = 90,91k\Omega$	$U'_{R_2-50} = 4,616V$
100V – Messbereich	$R_{M-100} = 2M\Omega$	$R'_{2-100} = 95,24k\Omega$	$U'_{R_2-100} = 4,800V$



## 3. Aufgabe Lösung

### Beschaltung von Silizium- und Leuchtdioden (LED)

- 3.1. Bestimmen Sie die Leerlaufspannungen  $U_{LR1} - U_{LR4}$  und für die Widerstände  $R_1 - R_4$
- 3.2. Bestimmen Sie die Ströme  $I_{AD1} - I_{AD4}$  der Arbeitspunkte der Dioden für die Widerstände  $R_1 - R_4$
- 3.3. Bestimmen Sie die Widerstände  $R_1 - R_4$  mittels  $U_E$ ,  $U_{AD}$  und  $I_{AD}$
- 3.4. Bestimmen Sie die Ströme für die 4 Widerstandsgeraden  $I_{5V-1} - I_{5V-4}$  (da die Leerlaufspannung nicht auf dem Blatt ist). Das Kennlinienblatt darf nicht verlängert werden
- 3.5. Bestimmen Sie die Kurzschlussströme  $I_{KR1} - I_{KR4}$  für die Widerstände  $R_1 - R_4$
- 3.6. Konstruieren Sie die Widerstandsgeraden. Benutzen Sie dazu, wenn notwendig, die Hilfsgrößen  $I_{5V}$  und  $U_{70mA}$
- 3.7. Berechnen Sie die Leistung  $P_{D1} - P_{D4}$  der Dioden  $D_1 - D_4$
- 3.8. Berechnen Sie die Leistung  $P_{R1} - P_{R4}$  der Widerstände  $R_1 - R_4$
- 3.9. Berechnen Sie den Gesamtstrom  $I_{ges}$
- 3.10. Berechnen Sie den Gesamtleistung der Schaltung  $P_{ges}$
- 3.11. Berechnen Sie die verbrauchte Gesamtenergie  $W_{ges}$  die in der Zeit von  $t=1h$  verbraucht wird

## Lösung - 3. Aufgabe

3.1. Bestimmen Sie die Leerlaufspannungen  $U_{LR1} - U_{LR4}$  und für die Widerstände  $R_1 - R_4$

$$U_{LR1} = U_{LR2} = U_{L31} = U_{LR4} = U_E = 8V$$

3.2. Bestimmen Sie die Ströme  $I_{AD1} - I_{AD4}$  der Arbeitspunkte der Dioden für die Widerstände  $R_1 - R_4$

aus dem Kennlinien abgelesen:

$$U_{AD1} = 0,8V \Rightarrow I_{AD1} = 53mA$$

$$U_{AD2} = 1,8V \Rightarrow I_{AD2} = 50mA$$

$$U_{AD3} = 2,5V \Rightarrow I_{AD3} = 52mA$$

$$U_{AD4} = 3,9V \Rightarrow I_{AD4} = 56mA$$

Lösung - 3. Aufgabe

The graph shows the relationship between current  $I_D$  (y-axis, 0 to 60 mA) and voltage  $U_D$  (x-axis, 0 to 4 V) for four different diodes, labeled  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ , and  $D_4$ . The curves are color-coded:  $D_1$  (magenta),  $D_2$  (blue),  $D_3$  (green), and  $D_4$  (dark blue). Each curve is associated with a specific voltage  $U_{AD}$  and current  $I_{AD}$  value, as detailed in the table below.

Diode	Voltage $U_{AD}$ (V)	Current $I_{AD}$ (mA)
$D_1$	0,8	53
$D_2$	1,8	50
$D_3$	2,5	52
$D_4$	3,9	56

$$U_{AD1} = 0,8V \Rightarrow I_{AD1} = 53mA$$

$$U_{AD2} = 1,8V \Rightarrow I_{AD2} = 50mA$$

$$U_{AD3} = 2,5V \Rightarrow I_{AD3} = 52mA$$

$$U_{AD4} = 3,9V \Rightarrow I_{AD4} = 56mA$$

01.12.2010

Universität Leipzig · Fakultät für Mathematik und Informatik · Abteilung Technische Informatik · Dr. Hans-Joachim Lieske  
Johannisgasse 26 · 04103 Leipzig · Telefon: +49 (341) 97-32213 · Telefax: +49 (341) 97-32252

27

3.3. Bestimmen Sie die Widerstände  $R_1 - R_4$  mittels  $U_E$ ,  $U_{AD}$  und  $I_{AD}$ 

$$R = \frac{U_R}{I_R} = \frac{U_E - U_D}{I_D}$$

$$U_E = 8V \quad \bullet \quad U_{AD1} = 0,8V \quad \bullet \quad I_{AD1} = 53mA \quad \Rightarrow \quad R_1 = \frac{8V - 0,8V}{53mA} = \frac{7,2V}{53mA} = 0,1358k\Omega = 135,8\Omega$$

$$U_E = 8V \quad \bullet \quad U_{AD2} = 1,8V \quad \bullet \quad I_{AD2} = 50mA \quad \Rightarrow \quad R_2 = \frac{8V - 1,8V}{50mA} = \frac{6,2V}{50mA} = 0,1240k\Omega = 124\Omega$$

$$U_E = 8V \quad \bullet \quad U_{AD3} = 2,5V \quad \bullet \quad I_{AD3} = 52mA \quad \Rightarrow \quad R_3 = \frac{8V - 2,5V}{52mA} = \frac{5,5V}{52mA} = 0,1058k\Omega = 105,8\Omega$$

$$U_E = 8V \quad \bullet \quad U_{AD4} = 3,9V \quad \bullet \quad I_{AD4} = 56mA \quad \Rightarrow \quad R_4 = \frac{8V - 3,9V}{56mA} = \frac{4,1V}{56mA} = 0,07321k\Omega = 73,21\Omega$$

3.4. Bestimmen Sie die Ströme für die 4 Widerstandsgeraden  $I_{5V-1} - I_{5V-4}$  (da die Leerlaufspannung nicht auf dem Blatt ist). Das Kennlinienblatt darf nicht verlängert werden

$$R = \frac{U_E - U_{AD}}{I_{AD}} = \frac{U_E - U_{5V}}{I_{5V}} \Rightarrow I_{5V} = \frac{U_E - U_{5V}}{U_E - U_{AD}} \cdot I_{AD} = \frac{U_E - U_{5V}}{R}$$

$$\text{Diode 1: } U_E = 8V \quad \bullet \quad U_{5V} = 5V \quad \bullet \quad U_{AD1} = 0,8V \quad \bullet \quad I_{AD1} = 53mA$$

$$I_{5V-1} = \frac{8V - 5V}{8V - 0,8V} \cdot 53mA = \frac{3V}{7,2V} \cdot 53mA = 0,4167 \cdot 53mA = 22,09mA$$

$$\text{Diode 2: } U_E = 8V \quad \bullet \quad U_{5V} = 5V \quad \bullet \quad U_{AD2} = 1,8V \quad \bullet \quad I_{AD2} = 50mA$$

$$I_{5V-2} = \frac{8V - 5V}{8V - 1,8V} \cdot 50mA = \frac{3V}{6,2V} \cdot 50mA = 0,4839 \cdot 50mA = 24,20mA$$

$$\text{Diode 3: } U_E = 8V \quad \bullet \quad U_{5V} = 5V \quad \bullet \quad U_{AD3} = 2,5V \quad \bullet \quad I_{AD3} = 52mA$$

$$I_{5V-3} = \frac{8V - 5V}{8V - 2,5V} \cdot 52mA = \frac{3V}{5,5V} \cdot 52mA = 0,5455 \cdot 52mA = 28,37mA$$

$$\text{Diode 4: } U_E = 8V \quad \bullet \quad U_{5V} = 5V \quad \bullet \quad U_{AD4} = 3,9V \quad \bullet \quad I_{AD4} = 56mA$$

$$I_{5V-4} = \frac{8V - 5V}{8V - 3,9V} \cdot 56mA = \frac{3V}{4,1V} \cdot 56mA = 0,7317 \cdot 56mA = 40,98mA$$

3.5. Bestimmen Sie die Kurzschlussströme  $I_{KR1} - I_{KR4}$  für die Widerstände  $R_1 - R_4$

$$I_{KR} = \frac{U_E}{R}$$

$$U_E = 8V \quad \bullet \quad R_1 = 135,8\Omega \quad \Rightarrow \quad I_{KR1} = \frac{8V}{135,8\Omega} = 0,05891A = 58,91mA$$

$$U_E = 8V \quad \bullet \quad R_2 = 124\Omega \quad \Rightarrow \quad I_{KR2} = \frac{8V}{124\Omega} = 0,06452A = 64,52mA$$

$$U_E = 8V \quad \bullet \quad R_3 = 105,8\Omega \quad \Rightarrow \quad I_{KR3} = \frac{8V}{105,8\Omega} = 0,07561A = 75,61mA$$

$$U_E = 8V \quad \bullet \quad R_4 = 73,21\Omega \quad \Rightarrow \quad I_{KR4} = \frac{8V}{73,21\Omega} = 0,1093A = 109,3mA$$

3.6. Konstruieren Sie die Widerstandsgeraden. Benutzen Sie dazu, wenn notwendig, die Hilfsgrößen  $I_{5V}$  und  $U_{70mA}$

$$R = \frac{U_E - U_{AD}}{I_{AD}} = \frac{U_E - U_{70mA}}{I_{70mA}} \Rightarrow U_{70mA} = U_E - \frac{(U_E - U_{AD})I_{70mA}}{I_{AD}} = U_E - R \cdot I_{70mA}$$

*Diode 1:*  $U_E = 8V \quad \bullet \quad I_{70mA} = 70mA \quad \bullet \quad R_1 = 135,8\Omega \quad \bullet \quad I_{KR1} = 58,91mA$

$I_{KR1} \leq I_{70mA}$  keine Spannung  $U_{70mA}$  erforderlich

*Diode 2:*  $U_E = 8V \quad \bullet \quad I_{70mA} = 70mA \quad \bullet \quad R_2 = 124\Omega \quad \bullet \quad I_{KR2} = 64,52mA$

$I_{KR2} \leq I_{70mA}$  keine Spannung  $U_{70mA}$  erforderlich

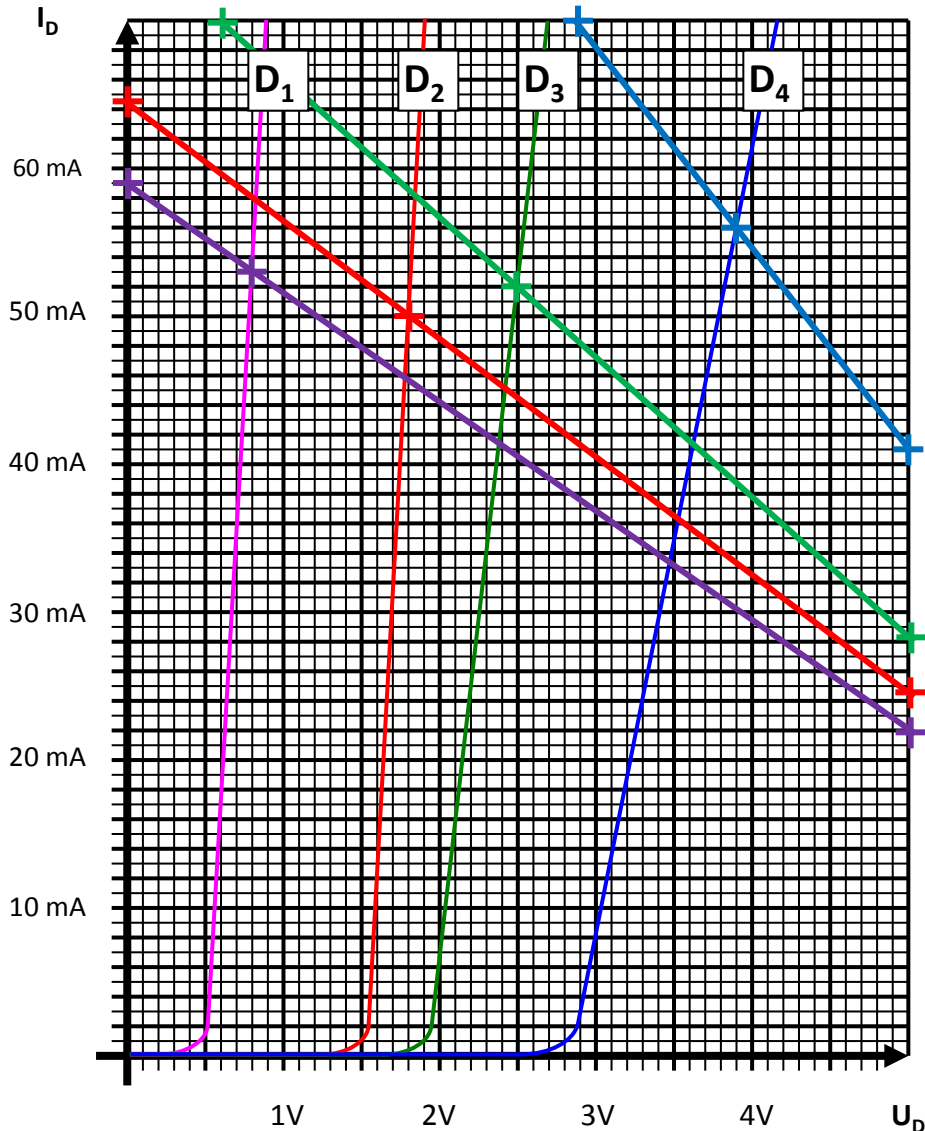
*Diode 3:*  $U_E = 8V \quad \bullet \quad I_{70mA} = 70mA \quad \bullet \quad R_3 = 105,8\Omega \quad \bullet \quad I_{KR3} = 75,61mA$

$U_{70mA-3} = 8V - 105,8\Omega \cdot 70mA = 8V - 7,406V = 0,594V$

*Diode 4:*  $U_E = 8V \quad \bullet \quad I_{70mA} = 70mA \quad \bullet \quad R_4 = 73,21\Omega \quad \bullet \quad I_{KR4} = 109,3mA$

$U_{70mA-4} = 8V - 73,21\Omega \cdot 70mA = 8V - 5,125V = 2,875V$

Lösung - 3. Aufgabe



Global :  $U_E = 8V$  •  $U_{5V} = 5V$  •  $I_{70mA} = 70mA$

Diode 1:

$U_{AD1} = 0,8V$  •  $I_{AD1} = 53mA$  •  $R_1 = 135,8\Omega$  •  $I_{KR1} = 58,91mA$   
 $I_{5V-1} = 22,09mA$  • keine Spannung  $U_{70mA}$  erforderlich

Diode 2:

$U_{AD2} = 1,8V$  •  $I_{AD2} = 50mA$  •  $R_2 = 124\Omega$  •  $I_{KR2} = 64,52mA$   
 $I_{5V-2} = 24,20mA$  • keine Spannung  $U_{70mA}$  erforderlich

Diode 3:

$U_{AD3} = 2,5V$  •  $I_{AD3} = 52mA$  •  $R_3 = 105,8\Omega$  •  $I_{KR3} = 75,61mA$   
 $I_{5V-3} = 28,37mA$  •  $U_{70mA-3} = 0,594V$

Diode 4:

$U_{AD4} = 3,9V$  •  $I_{AD4} = 56mA$  •  $R_4 = 73,21\Omega$  •  $I_{KR4} = 109,3mA$   
 $I_{5V-4} = 40,98mA$  •  $U_{70mA-4} = 2,875V$



3.7. Berechnen Sie die Leistung  $P_{D1} - P_{D4}$  der Dioden  $D_1 - D_4$ 

$$P_{AD} = U_{AD} \cdot I_{AD}$$

$$U_{AD1} = 0,8V \quad \bullet \quad I_{AD1} = 53mA \quad \Rightarrow \quad P_{AD1} = 0,8V \cdot 53mA = 42,4mW$$

$$U_{AD2} = 1,8V \quad \bullet \quad I_{AD2} = 50mA \quad \Rightarrow \quad P_{AD2} = 1,8V \cdot 50mA = 90mW$$

$$U_{AD3} = 2,5V \quad \bullet \quad I_{AD3} = 52mA \quad \Rightarrow \quad P_{AD3} = 2,5V \cdot 52mA = 130mW$$

$$U_{AD4} = 3,9V \quad \bullet \quad I_{AD4} = 56mA \quad \Rightarrow \quad P_{AD4} = 3,9V \cdot 56mA = 218,4mW$$

3.8. Berechnen Sie die Leistung  $P_{R1} - P_{R4}$  der Widerstände  $R_1 - R_4$ 

$$U_R = U_E - U_{AD} \quad I_R = I_{AD} \quad P_R = U_R \cdot I_R$$

$$U_E = 8V$$

$$U_{AD1} = 0,8V \quad \bullet \quad U_{R1} = 8V - 0,8V = 7,2V \quad \bullet \quad I_{R1} = I_{AD1} = 53mA \quad \Rightarrow \quad P_{R1} = 7,2V \cdot 53mA = 381,6mW$$

$$U_{AD2} = 1,8V \quad \bullet \quad U_{R2} = 8V - 1,8V = 6,2V \quad \bullet \quad I_{R2} = I_{AD2} = 50mA \quad \Rightarrow \quad P_{R2} = 6,2V \cdot 50mA = 310mW$$

$$U_{AD3} = 2,5V \quad \bullet \quad U_{R3} = 8V - 2,5V = 5,5V \quad \bullet \quad I_{R3} = I_{AD3} = 52mA \quad \Rightarrow \quad P_{R3} = 5,5V \cdot 52mA = 286mW$$

$$U_{AD4} = 3,9V \quad \bullet \quad U_{R4} = 8V - 3,9V = 4,1V \quad \bullet \quad I_{R4} = I_{AD4} = 56mA \quad \Rightarrow \quad P_{R4} = 4,1V \cdot 56mA = 229,6mW$$

## Lösung - 3. Aufgabe

1.9. Berechnen Sie den Gesamtstrom  $I_{ges}$ 

$$I_{ges} = I_{AD1} + I_{AD2} + I_{AD3} + I_{AD4} = I_{R1} + I_{R2} + I_{R3} + I_{R4}$$

$$I_{AD1} = I_{R1} = 53mA \quad I_{AD2} = I_{R2} = 50mA \quad I_{AD3} = I_{R3} = 52mA \quad I_{AD4} = I_{R4} = 56mA$$

$$I_{ges} = 53mA + 50mA + 52mA + 56mA = 211mA$$

1.10. Berechnen Sie den Gesamleistung der Schaltung  $P_{ges}$ 

$$P_{ges} = U_E \cdot I_{ges}$$

$$U_E = 8V \quad I_{ges} = 211mA$$

$$P_{ges} = 8V \cdot 211mA = 1688mW = 1,688W$$

1.11. Berechnen Sie die verbrauchte Gesamtenergie  $W_{ges}$  die in der Zeit von  $t=1h$  verbraucht wird

$$W_{ges} = P_{ges} \cdot t$$

$$P_{ges} = 1,688W \quad t = 1h$$

$$\begin{aligned} W_{ges} &= 1,688W \cdot 1h = 1,688Wh = 0,001688kWh \\ &= 1,688W \cdot 3600s = 6077Ws = 6,077kJ \end{aligned}$$