

**1. Klausur**  
**Grundlagen der Elektrotechnik I-A**  
**2. Dezember 2002**



Musterloesung

Name: .....

Vorname: .....

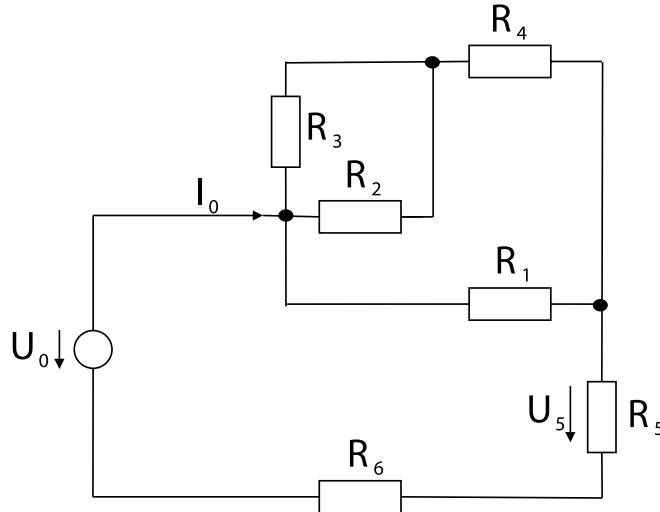
Matr.-Nr.: .....

Bearbeitungszeit: 90 Minuten

- ➡ Trennen Sie den Aufgabensatz **nicht** auf.
- ➡ Benutzen Sie für die Lösung der Aufgaben **nur** das mit diesem Deckblatt ausgeteilte Papier. **Lösungen, die auf anderem Papier geschrieben werden, können nicht gewertet werden.** Weiteres Papier kann bei den Tutoren angefordert werden.
- ➡ **Notieren Sie bei der Aufgabe einen Hinweis, wenn die Lösung auf einem Extrablatt fortgesetzt wird**
- ➡ **Schreiben Sie deutlich!** Doppelte, unleserliche oder mehrdeutige Lösungen können nicht gewertet werden.
- ➡ Schreiben Sie **nicht** mit Bleistift!
- ➡ Schreiben Sie nur in **blau** oder **schwarz!**

# 1. Aufgabe (5 Punkte): Widerstandsnetzwerke

Gegeben ist folgende Schaltung:



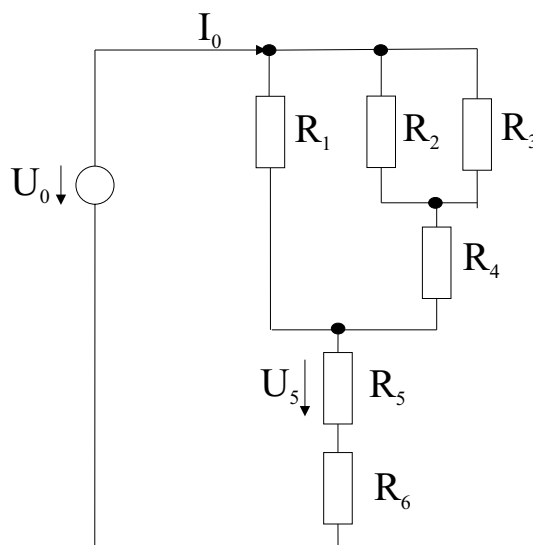
$$R_1 = R_2 = R_3 = 10 \quad R_4 = 5 \quad R_5 = 1 \quad R_6 = 4$$

$$U_0 = 10 \text{ V}, \quad \rho_{\text{Kupfer}} = 0,018 \text{ } \Omega\text{mm}^2 \text{ m}^{-1}$$

## 1.1. Netzwerk Umzeichnen (1 Punkt)

Zeichnen Sie das Schaltbild so um, daß Reihen- und Parallelschaltungen klar zu erkennen sind.

*Lösung:*



(1 Punkt)

(1)

## 1.2. Netzwerk Berechnung (3 Punkte)

Fassen Sie alle Widerstände zu  $R_G$  zusammen und berechnen Sie  $I_0$  und  $U_5$ .

Lösung:

$$R_G = R_5 + R_6 + (R_1 \parallel (R_4 + (R_2 \parallel R_3))) \quad (2)$$

$$= \underline{10\Omega} \quad (1 \text{ Punkt}) \quad (3)$$

$$I_0 = \frac{U_0}{R_G} = \frac{10V}{10\Omega} \quad (4)$$

$$= \underline{1A} \quad (1 \text{ Punkt}) \quad (5)$$

$$U_5 = I_0 \cdot R_5 \quad (6)$$

$$= \underline{1V} \quad (1 \text{ Punkt}) \quad (7)$$

### 1.3. Spezifischer Widerstand (1 Punkt)

Der Widerstand  $R_5$  wird durch einen Kupferdraht mit einer Querschnittsfläche von  $0,036\text{mm}^2$  realisiert.

Welche Länge  $l$  hat dann der Kupferdraht ?

Lösung:

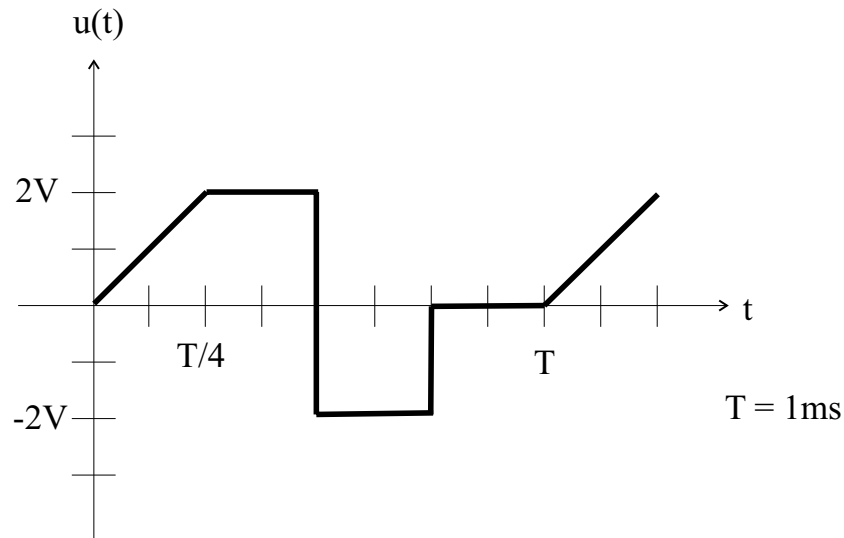
$$l = \frac{R \cdot A}{\rho} \quad (8)$$

$$= \frac{1\Omega \cdot 0,036\text{mm}^2}{0,018 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}} \quad (9)$$

$$= \underline{2\text{m}} \quad (1 \text{ Punkt}) \quad (10)$$

## 2. Aufgabe (5 Punkte): Mittelwerte

Gegeben ist folgender Spannungsverlauf:



### 2.1. Drehspulinstrument ohne Gleichrichter (1.5 Punkte)

Welchen Wert zeigt ein Drehspulinstrument ohne Gleichrichter an ?

Es ist der Name und die allg. Formel anzugeben !

Berechnen Sie diesen Wert für die gegebene Spannung  $u(t)$ .

**Lösung:**

*arithmetischer Mittelwert:*

$$\bar{u} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt \quad (0.5 \text{ Punkte}) \quad (11)$$

(12)

*Aus den Flächen unter der Kurve ergibt sich :*

$$\bar{u} = \frac{1V \cdot \frac{T}{4}}{T} \quad (13)$$

$$\bar{u} = \underline{0,25V} \quad (1 \text{ Punkt}) \quad (14)$$

### 2.2. Drehspulinstrument mit Gleichrichter (1.5 Punkte)

Welchen Wert zeigt ein Drehspulinstrument mit Gleichrichter an,

wenn bei der Skalierung des Drehspulinstrumentes kein Formfaktor berücksichtigt wurde ?

Berechnen Sie diesen Wert für die gegebene Spannung  $u(t)$ .

**Lösung:**

Gleichrichtmittelwert:

$$|\bar{u}| = \frac{1}{T} \int_0^T |u(t)| dt \quad (0.5 \text{ Punkte}) \quad (15)$$

(16)

Aus den Flächen unter der Kurve ergibt sich :

$$|\bar{u}| = \frac{1V \cdot \frac{T}{4} + 2 \cdot 2V \frac{T}{4}}{T} \quad (17)$$

$$|\bar{u}| = \underline{1, 25V} \quad (1 \text{ Punkt}) \quad (18)$$

### 2.3. Dreheiseninstrument (2 Punkte)

Welchen Wert zeigt ein Dreheiseninstrument an ?

Berechnen Sie diesen Wert für die gegebene Spannung  $u(t)$ .

**Lösung:**

Effektivwert:

$$U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u(t)^2 dt} \quad (0.5 \text{ Punkte}) \quad (19)$$

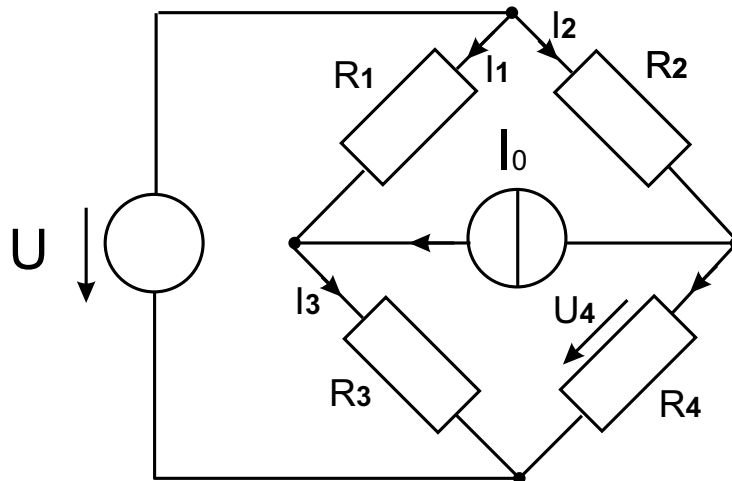
$$= \frac{1}{T} \int_0^{\frac{T}{4}} \left( \frac{8V}{T} t \right)^2 dt + \int_{\frac{T}{4}}^{\frac{T}{2}} (2V)^2 dt + \int_{\frac{T}{2}}^{\frac{3T}{4}} (-2V)^2 dt \quad (20)$$

$$= \dots \quad (21)$$

$$= \underline{1, 155V} \quad (1.5 \text{ Punkte}) \quad (22)$$

### 3. Aufgabe (5 Punkte): Überlagerungssatz

Gegeben ist die folgende Schaltung

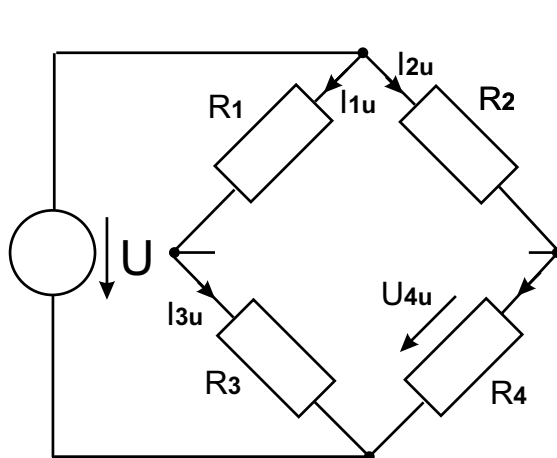


$U = 14V, I_0 = 0,7A$   
 $R_1 = 20\Omega, R_2 = 40\Omega, R_3 = 50\Omega, R_4 = 30\Omega$

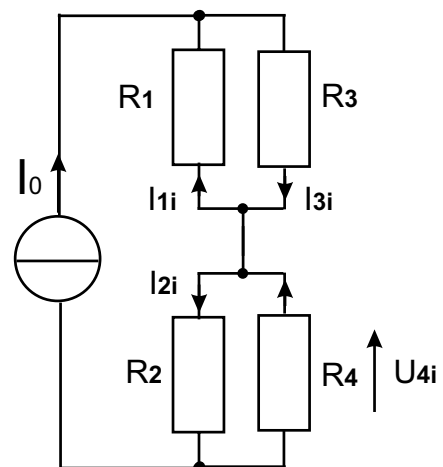
#### 3.1. Ersatzschaltungen (1 Punkt)

Zeichnen Sie die beiden Ersatzschaltungen zur Berechnung des Netzwerkes nach dem Überlagerungsprinzip. Tragen Sie die Zählpfeile für die Teilströme und Teilspannungen ein.

*Lösung:*



(1 Punkt)



(23)

#### 3.2. Stromberechnung (3 Punkte)

Bestimmen Sie die Ströme  $I_1, I_2$  und  $I_3$  nach dem Überlagerungsprinzip.

**Lösung:**

Musterloesung

*Die Stromquelle ist entfernt (Leerlauf)* (24)

$$R_{ges} = (R_1 + R_3) \parallel (R_2 + R_4) = 70\Omega \parallel 70\Omega = 35\Omega \quad (25)$$

$$I_{ges} = \frac{U}{R_{ges}} = \frac{14V}{35\Omega} = 0,4A \quad (26)$$

$$I_{1u} = I_{2u} = I_{3u} = \frac{1}{2} \cdot I_{ges} = 0,2A \quad (27)$$

*Die Spannungsquelle ist entfernt (Kurzschluss)* (28)

$$I_{1i} = -I_0 \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_1} = -0,5A \quad (29)$$

$$I_{3i} = I_0 \cdot \frac{R_1}{R_3 + R_1} = 0,2A \quad (30)$$

$$I_{2i} = I_0 \cdot \frac{R_4}{R_2 + R_4} = 0,3A \quad (31)$$

(32)

$$I_1 = I_{1u} + I_{1i} = -0,3A \quad (33)$$

$$I_2 = I_{2u} + I_{2i} = 0,5A \quad (34)$$

$$I_3 = I_{3u} + I_{3i} = 0,4A \quad (35)$$

(36)

### 3.3. Spannungsberechnung (1 Punkt)

Wie gross ist die Spannung über den Widerstand  $R_4$ ?

**Lösung:**

*Die Stromquelle ist entfernt (Leerlauf)* (37)

$$U_{4u} = I_{2u} \cdot R_4 = 0,2A \cdot 30\Omega = 6V \quad (38)$$

*Die Spannungsquelle ist entfernt (Kurzschluss)* (39)

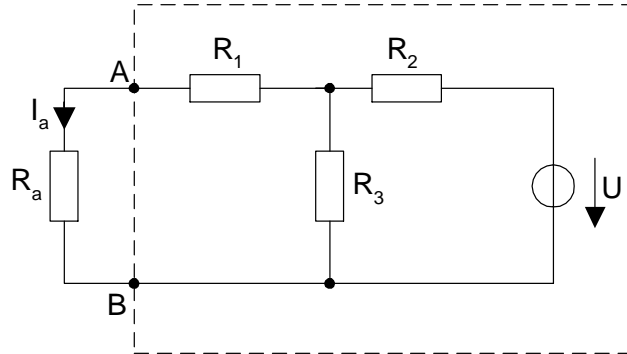
$$U_{4i} = (I_2 - I_0) \cdot R_4 = -0,4A \cdot 30\Omega = -12V \quad (40)$$

$$U_4 = U_{4u} + U_{4i} = -6V \quad (41)$$

(42)

#### 4. Aufgabe (5 Punkte): Ersatzspannungsquelle

Gegeben ist folgende Schaltung:

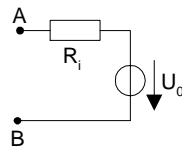


$$U = 10V; \quad R_1 = 1,5k\Omega; \quad R_2 = 3k\Omega; \quad R_3 = 1k\Omega; \quad R_a = 2,2k\Omega$$

##### 4.1. Ersatzspannungsquelle (1,5 Punkte)

Zeichnen Sie das Schaltbild der Ersatzspannungsquelle für die eingerahmten Schaltungsteile und berechnen Sie deren Elemente.

*Lösung:*



(0,5 Punkte)

$$U_0 = U \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_2} = 2,5V \quad (43)$$

$$R_i = R_1 + (R_2 || R_3) = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 2,25k\Omega \quad (44)$$

##### 4.2. Stromberechnung (0,5 Punkte)

Berechnen Sie mit Hilfe der oben ermittelten Ersatzspannungsquelle den Strom  $I_a$ .

*Lösung:*

$$I_a = \frac{U_0}{R_a + R_i} = 562\mu A \quad (45)$$

##### 4.3. Innenwiderstandsänderung (2 Punkte)

Die Leerlaufspannung der Ersatzspannungsquelle ist nicht besonders hoch. Ersetzen Sie einen Widerstand in der eingerahmten Schaltung so durch einen anderen, daß sich die Leerlaufspannung der Ersatzspannungsquelle verdoppelt. Berechnen Sie den neuen Wert für diesen Widerstand.



Lösung:

$$2U_0 = 2U \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_2} = U \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_x} \quad (46)$$

$$\frac{2R_3}{R_3 + R_2} = \frac{R_3}{\frac{1}{2}(R_3 + R_2)} = \frac{R_3}{R_3 + R_x} \quad (47)$$

$$\frac{1}{2}R_3 + \frac{1}{2}R_2 = R_3 + R_x \quad (48)$$

$$R_x = \frac{1}{2}R_2 - \frac{1}{2}R_3 = 1k\Omega \quad (49)$$

oder :

$$2U_0 = 2U \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_2} = U \cdot \frac{R_y}{R_y + R_2} \quad (50)$$

$$\frac{2R_3}{R_3 + R_2} = \frac{R_y}{R_y + R_2} \quad (51)$$

$$2R_3R_y + 2R_3R_2 = R_yR_2 + R_3R_y \quad (52)$$

$$2R_3R_2 = R_yR_2 - R_3R_y \quad (53)$$

$$R_y = \frac{2R_3R_2}{R_2 - R_3} = 3k\Omega \quad (54)$$

$$(55)$$

#### 4.4. Stromberechnung (1 Punkt)

Berechnen Sie den Strom  $I_{an}$  mit dem neuen Widerstand in der Schaltung.

Lösung:

$$U_{n0} = U \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_x} = U \cdot \frac{R_y}{R_y + R_2} = 5V \quad (56)$$

$$R_{ix} = R_1 + (R_3 || R_x) = R_1 + \frac{R_x R_3}{R_x + R_3} = 2k\Omega \quad (57)$$

$$I_{ax} = \frac{U_{n0}}{R_a + R_{ix}} = 1,19mA \quad (58)$$

oder :

$$R_{iy} = R_1 + (R_2 || R_y) = R_1 + \frac{R_2 R_y}{R_2 + R_y} = 3k\Omega \quad (59)$$

$$I_{ax} = \frac{U_{n0}}{R_a + R_{ix}} = 961\mu A \quad (60)$$