

1. Klausur
Grundlagen der Elektrotechnik I-A
15. Dezember 2003



Musterloesung

Name:

Vorname:

Matr.-Nr.:

Bearbeitungszeit: 135 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):

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen:

1.1. (0,5 Punkte)

Welchen Mittelwert (Name und mathematische Definition) zeigt ein Drehspulmeßinstrument mit einem Doppelweg-Gleichrichter an ?

Lösung:

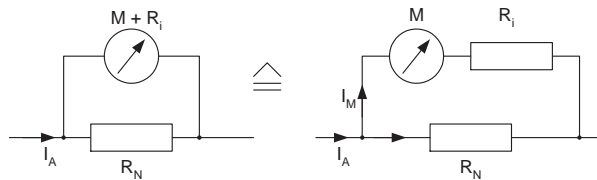
Gleichrichtwert

$$|\bar{U}| = \int_{t=0}^{t=T} |u(t)| dt$$

1.2. (1 Punkt)

Skizzieren Sie die Schaltung für Meßbereichserweiterung eines Amperemeters und geben Sie die Formel für die Berechnung des zusätzlichen Bauelementes an.

Lösung:



(0,5 Punkte)

$$I_A = I_M + I_N$$

$$U_N = I_M \cdot R_i = I_N \cdot R_N$$

$$R_N = \frac{I_M}{I_A - I_M} \cdot R_i$$

(0,5 Punkte)

1.3. Verbraucherzählpfeilsystem (0,5 Punkte)

Beschreiben Sie mit zwei Sätzen das Verbraucherzählpfeilsystem

Lösung:

*Am Verbraucher haben Spannung und Strom die gleiche Richtung (positive Leistung).
Am Generator haben Strom und Spannung entgegengesetzte Richtung (negative Leistung).*

1.4. Harmonische Größen (0,5 Punkte)

Was ist das Kennzeichen harmonischer Größen?

Lösung:

Harmonische Größen sind zeitveränderliche Größen, deren Zeitfunktion durch die Winkelfunktionen Sinus oder Cosinus gegeben ist.

1.5. Messgeräteklassen (0,5 Punkte)

Was beschreibt die Klassenzahl eines Meßgerätes ?

Lösung:

Die Klassenzahl beschreibt den höchstmöglichen absoluten Meßfehler in Prozent vom Meßbereichs-Endwert

1.6. Relativer Fehler (0,5 Punkte)

Wie ist der relative Meßfehler definiert ?

Lösung:

$$\text{relativer Fehler} = \frac{\text{Meßunsicherheit}}{\text{Meßwert}}$$

1.7. Leistungsanpassung (0,5 Punkte)

Warum gilt für die optimale Leistungsanpassung unter nachrichtentechnischen Kriterien: $R_a = R_i$.

Lösung:

In einem nachrichtentechnischen System muß dafür gesorgt werden, daß die maximal mögliche Leistung an einem Empfänger geliefert wird.

1.8. Formfaktor (0,5 Punkte)

Wann ist der Formfaktor bei der Verwendung eines Drehspulinstrumentes zu berücksichtigen?

Lösung:

Der abgelesene Effektivwert gilt nur für sinusförmige Größen und ist das Produkt aus Formfaktor und Effektivwert. Eine Messung des Effektivwertes nicht sinusförmiger Wechselgrößen mit diesem Instrument ist nur bedingt und nur durch Umrechnen mit dem Verhältnis der Formfaktoren möglich.

1.9. Spezifischer Widerstand (0,5 Punkte)

Wie lautet die Einheit des spezifischen Widerstandes ?

Lösung:

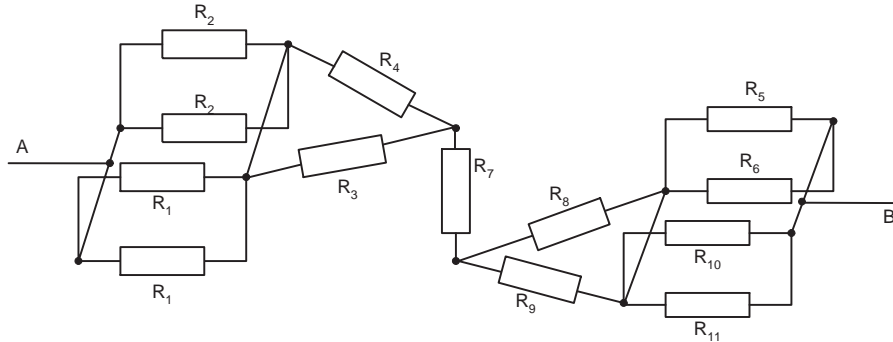
$$\frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \text{ bzw. } \frac{\text{Sm}}{\text{mm}^2}$$

2. Aufgabe (5 Punkte):

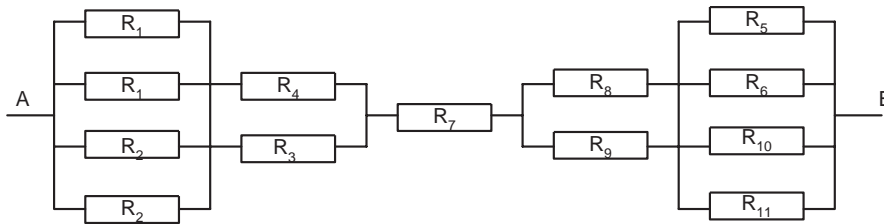
Hinweis: Der Rechenweg muß klar erkennbar sein.

2.1. Umzeichnen (1 Punkt)

Zeichnen Sie das Schaltbild so um, daß Reihen- und Parallelschaltung zwischen den Klemmen A und B klar erkennbar sind !



Lösung:



(1 Punkt)

2.2. Berechnung (3 Punkte)

Berechnen Sie für die obige Schaltung den Gesamtwiderstand zwischen den Klemmen A und B!

$$\begin{aligned}
 R_1 &= 12\Omega & R_2 &= 24\Omega & R_3 &= 36\Omega & R_4 &= 18\Omega \\
 R_5 &= 12\Omega & R_6 &= 24\Omega & R_7 &= 8\Omega & R_8 &= 36\Omega \\
 R_9 &= 18\Omega & R_{10} &= 12\Omega & R_{11} &= 24\Omega
 \end{aligned}$$

Lösung:

$$R_{1,2}^* = R_1 \parallel R_1 = \frac{1}{\frac{1}{12} + \frac{1}{12}} \Omega = 6\Omega$$

$$R_{2,2}^* = R_2 \parallel R_2 = \frac{1}{\frac{1}{24} + \frac{1}{24}} \Omega = 12\Omega$$

$$R_{1,2}^* = R_{1,2}^* \parallel R_{2,2}^* = \frac{1}{\frac{1}{6} + \frac{1}{12}} \Omega = 4\Omega$$

(0.5 + 0.5 Punkte) Formel + Ergebnis

$$R_{3,4}^* = R_3 \parallel R_4 = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = 12\Omega$$

(0.5 Punkte)

$$R_{8,9}^* = R_8 \parallel R_9 = R_{3,4}^* = 12\Omega$$

(0.5 Punkte)

$$R_{5,6,10,11}^* = R_{1,2}^*$$

$$R_{gesamt} = 2 \cdot R_{1,2}^* + 2 \cdot R_{3,4}^* + R_7 = 40\Omega$$

(0.5 + 0.5 Punkte) Formel + Ergebnis

2.3. Berechnung (1 Punkt)

An die Klemmen A und B wird eine Spannung von 20V gelegt. Berechnen Sie beide Elemente für eine gleichwertige Ersatz-Stromquelle.

Lösung:

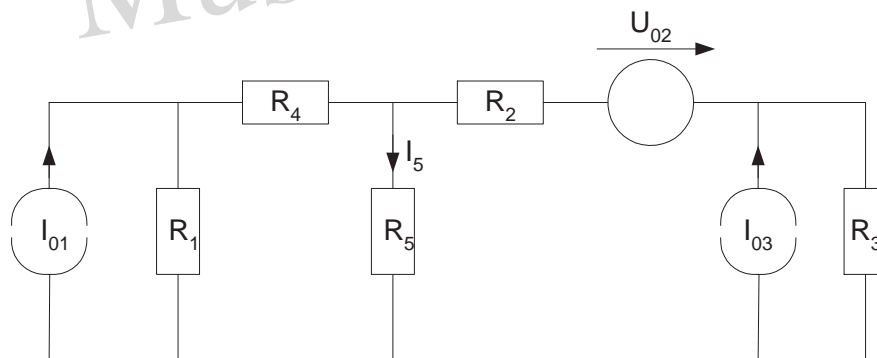
$$G_i = \frac{1}{R_{gesamt}} = 0.025S$$

(0.5Punkte)

$$I = \frac{U}{R_{gesamt}} = 0.5A$$

(0.5Punkte)

3. Aufgabe (5 Punkte):



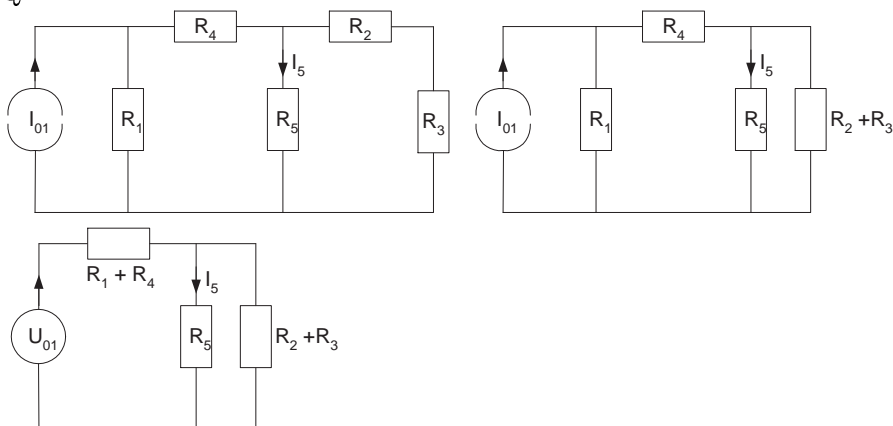
Hinweis: Der Rechenweg muß klar erkennbar sein.

3.1. Teilnetzwerke zeichnen (1,5 Punkte)

Zeichnen Sie die Teilnetzwerke mit jeweils einer wirksamen Quelle, die sich bei Anwendung des Überlagerungsprinzips ergeben, und vereinfachen Sie diese zur Berechnung von I_5 durch Zusammenfassung von Widerständen.

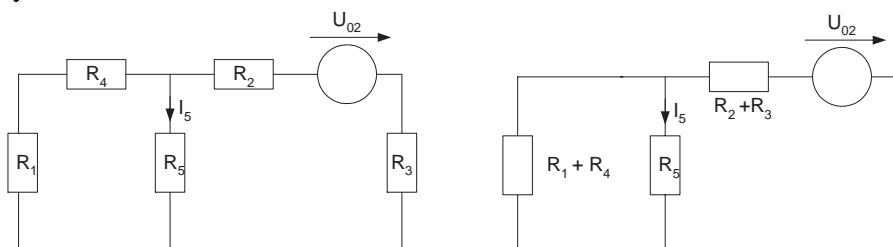
Lösung:

- Quelle 1:



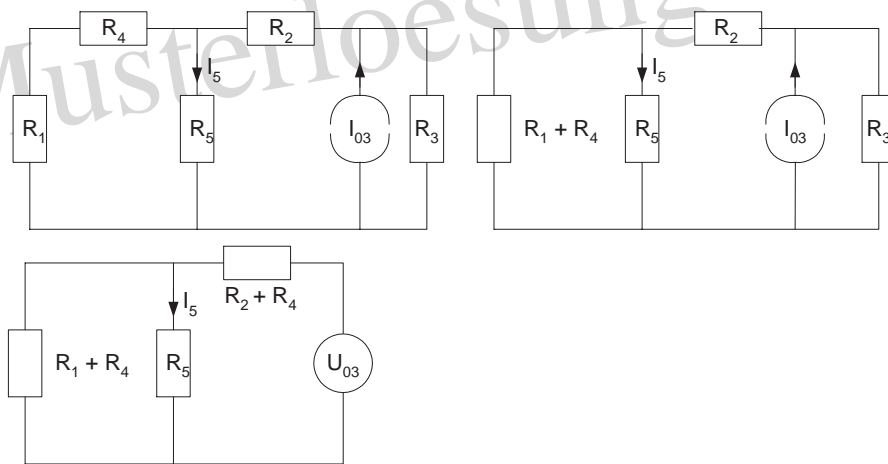
(0.5 Punkte)

- Quelle 2:



(0.5 Punkte)

- Quelle 3:



(0.5 Punkte)

3.2. Berechnung I_5 (1,5 Punkte)

Berechnen Sie mit Hilfe des Überlagerungsprinzips den Strom I_5 bei $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$ und $I_{01} = I_{03}$
 (Hinweis : Spannungs- und Stromteiler verwenden !)

Lösung:

$$\text{Ansatz } I_5 = \sum_q I_{5q}$$

- Quelle 1:

$$I_{51} = \frac{U_{51}}{R}$$

Berechnung von U_{51} durch Spannungsteiler

$$\frac{U_{51}}{U_{01}} = \frac{R_5 \parallel (R_2 + R_3)}{R_5 \parallel (R_2 + R_3) + (R_1 + R_4)} = \frac{\frac{R_5 \cdot (R_2 + R_3)}{R_2 + R_3 + R_5}}{\frac{R_5 \cdot (R_2 + R_3)}{R_2 + R_3 + R_5} + (R_1 + R_4)}$$

$$= \frac{R_5 \cdot (R_2 + R_3)}{R_5 \cdot (R_2 + R_3) + (R_1 + R_2) \cdot (R_2 + R_3 + R_5)} \text{ mit } R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R$$

$$\Rightarrow \frac{U_{51}}{U_{01}} = \frac{2 \cdot R^2}{2 \cdot R^2 + 6 \cdot R^2} = \frac{1}{4} \Rightarrow U_{51} = \frac{1}{4} \cdot I_{01} \cdot R$$

$$\Rightarrow I_{51} = \frac{\frac{1}{4} \cdot I_{01} \cdot R}{R} = \frac{1}{4} \cdot I_{01}$$

(0.5 Punkte)

- Quelle 2:

$$\frac{U_{52}}{U_{02}} = \frac{R_5 \parallel (R_1 + R_4)}{(R_5 \parallel (R_1 + R_4)) + (R_2 + R_3)}$$

$$= \frac{R_5 \cdot (R_1 + R_4)}{R_5 \cdot (R_1 + R_4) + (R_2 + R_3) \cdot (R_1 + R_4 + R_5)} \text{ mit } R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R$$

$$\Rightarrow \frac{U_{52}}{U_{02}} = \frac{2 \cdot R^2}{2 \cdot R^2 + 6 \cdot R^2} = \frac{1}{4}$$

$$\Rightarrow I_{52} = \frac{1}{4} \cdot \frac{U_{02}}{R}$$

(0.5 Punkte)

- Quelle 3:

$$\frac{U_{53}}{U_{03}} = \frac{R_5 \parallel (R_1 + R_4)}{R_5 \parallel (R_1 + R_4) + (R_2 + R_3) \cdot (R_1 + R_4 + R_5)} \Rightarrow \dots$$

$$\Rightarrow I_{53} = \frac{1}{4} \cdot \frac{U_{03}}{R} = \frac{1}{4} \cdot I_{03}$$

(0.5 Punkte)

- ΣI_{5q} :

$$I_5 = I_{51} + I_{52} + I_{53} = \frac{1}{4} I_{01} + \frac{1}{4} \frac{U_{02}}{R} + \frac{1}{4} I_{03} \text{ mit } I_{01} = I_{03}$$

$$\Rightarrow I_5 = \frac{1}{2} I_{01} + \frac{1}{4} \frac{U_{02}}{R}$$

(0.5 Punkte)

3.3. Verfahren (2 Punkte)

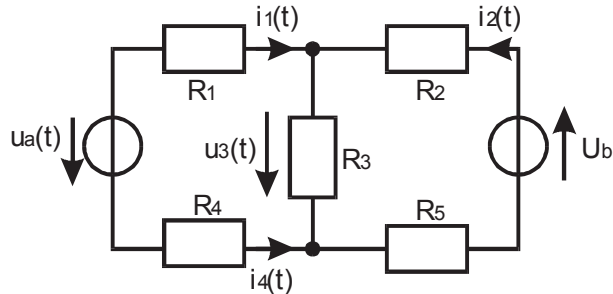
Welche weiteren Methoden zur Berechnung von Gleichstromnetzwerken haben Sie kennengelernt? **Beschreiben** Sie in wenigen Zeilen die Berechnungsverfahren.

Lösung:

Gemäß der Knoten- und Maschengleichungen kann ein entsprechendes Gleichungssystem aufgestellt werden. Durch geschicktes Einsetzen lassen sich einzelne Größen ersetzen, solange bis eine Größe bestimmt werden kann. Die anderen Größen lassen sich dann durch rückwärts Einsetzen bestimmen.

4. Aufgabe (5 Punkte): Widerstandsnetzwerke

Gegeben ist die folgende Schaltung:

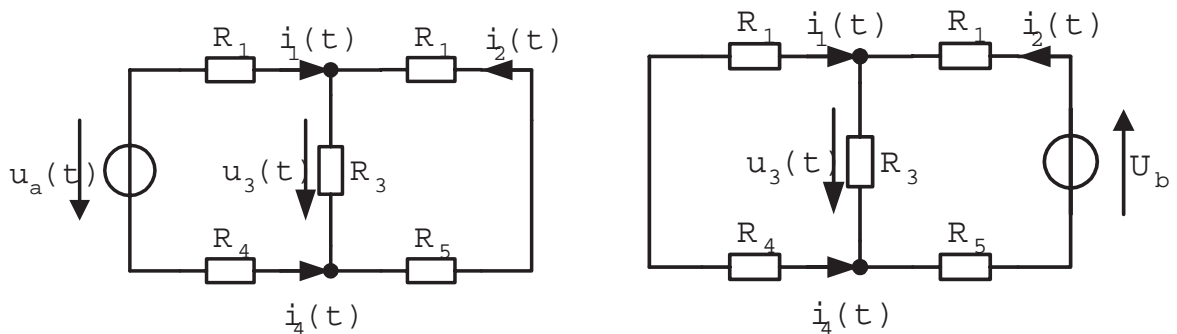


$$f = 50 \text{ Hz}, u_a(t) = 3 \text{ V} \sin(\omega t), U_b = 6 \text{ V}, R_1 = 400 \Omega, R_2 = 200 \Omega, R_3 = 1000 \Omega, R_4 = 600 \Omega, R_5 = 800 \Omega$$

4.1. Netzwerk Umzeichnen (1 Punkt)

Zeichnen Sie die beiden Ersatzschaltungen zur Berechnung des Netzwerkes nach dem Überlagerungsprinzip.

Lösung:



4.2. Netzwerk Berechnung (2 Punkte)

Bestimmen Sie die Ströme $i_1(t)$, $i_2(t)$ und $i_4(t)$ nach dem Überlagerungsprinzip.

Lösung:

Musterloesung

$$\text{Fall1 :} \tag{1}$$

$$R_{ges} = R_1 + R_4 + (R_3 \parallel (R_2 + R_5)) \tag{2}$$

$$= 1k\Omega + (1k\Omega \parallel 1k\Omega) = \underline{1,5k\Omega} \tag{3} \quad \text{(0, 5Punkte)}$$

$$i_{11}(t) = \frac{u_a(t)}{R_{ges}} = \frac{3V \sin(\omega t)}{1,5k\Omega} = \underline{2mA \sin(\omega t)} \tag{4}$$

$$i_{41}(t) = -i_{11}(t) = \underline{-2mA \sin(\omega t)} \tag{5}$$

$$i_{21}(t) = \frac{-i_{11}(t) \cdot (R_3 \parallel (R_2 + R_5))}{(R_2 + R_5)} = \frac{-i_{11}(t)}{2} = \underline{-1mA \sin(\omega t)} \tag{6} \quad \text{(0, 5Punkte)}$$

$$\text{Fall2 :} \tag{7}$$

$$R_{ges} = R_2 + R_5 + (R_3 \parallel (R_1 + R_4)) \tag{8}$$

$$= 1k\Omega + (1k\Omega \parallel 1k\Omega) = \underline{1,5k\Omega} \tag{9} \quad \text{(0, 5Punkte)}$$

$$i_{22}(t) = \frac{U_b}{R_{ges}} = \frac{6V}{1,5k\Omega} = \underline{-4mA} \tag{10}$$

$$i_{42}(t) = \frac{-i_{22}(t) \cdot (R_3 \parallel (R_1 + R_4))}{(R_1 + R_4)} = \underline{-2mA} \tag{11} \quad \text{(0, 5Punkte)}$$

$$i_{12}(t) = -i_{42} = \underline{2mA} \tag{12}$$

$$i_1(t) = 2mA + 2mA \sin(\omega t) \tag{13}$$

$$i_2(t) = -4mA - 1mA \sin(\omega t) \tag{14}$$

$$i_4(t) = -2mA - 2mA \sin(\omega t) \tag{15} \quad \text{(0, 5Punkte)}$$

4.3. Netzwerk Berechnung (1 Punkt)

Bestimmen Sie die Spannung $u_3(t)$ ebenfalls nach dem Überlagerungsprinzip.

Lösung:

$$u_3(t) = i_3(t) \cdot R_3 \tag{16}$$

$$i_{31}(t) = \frac{i_{11}(t)}{2} = \underline{1mA \sin(\omega t)} \tag{17}$$

$$i_{32}(t) = \frac{i_{22}(t)}{2} = \underline{-2mA} \tag{18} \quad \text{(0, 5Punkte)}$$

$$i_3(t) = \underline{-2mA + 1mA \sin(\omega t)} \tag{19}$$

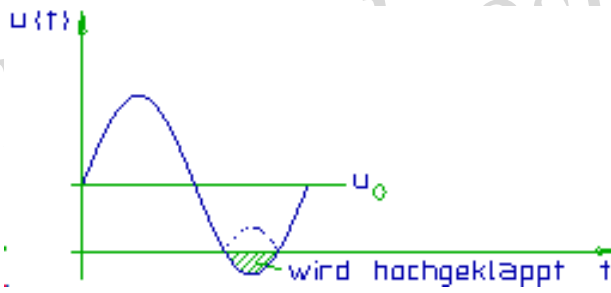
$$u_3(t) = i_3(t) \cdot R_3 = \underline{-2V + 1V \sin(\omega t)} \tag{20} \quad \text{(0, 5Punkte)}$$

4.4. Mittelwert (1 Punkt)

Inwieweit hängt der Gleichrichtmittelwert über $u_3(t)$ von der Amplitude von $a_a(t)$ ab?

Lösung:

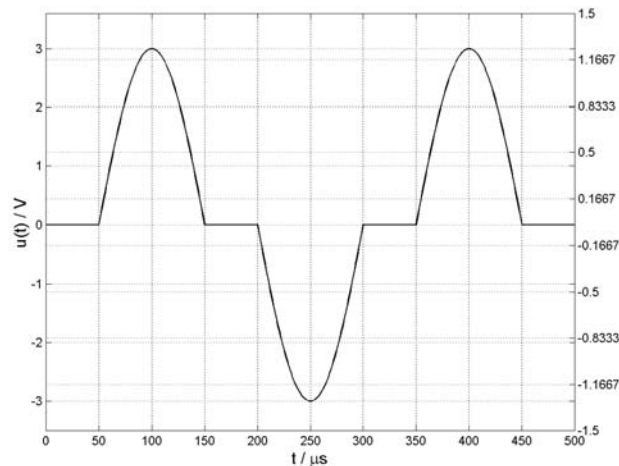
- wenn $\hat{u} > U_0$, so ändert sich $|\bar{u}|$



(0,5 Punkte)

5. Aufgabe (5 Punkte): Mittelwerte, aktive Netzwerkelemente

An einem Kondensator mit einer Kapazität von 10 nF wird folgender Spannungsverlauf, der aus unterbrochenen Sinushalbschwingungen besteht, gemessen:



$$\text{Hinweis: } \int \sin^2(ax) dx = \frac{1}{2}x - \frac{1}{4a} \sin(2ax)$$

5.1. Kenngrößen periodischer Signale (1 Punkt)

Wie groß sind die Periodendauer und die Kreisfrequenz der Spannung $u(t)$? Wie groß ist die Frequenz der Sinushalbschwingungen?

Lösung:

$$T = 300 \mu s \quad (21)$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 20,94 \cdot 10^3 \frac{1}{s} \quad (0, 5 \text{ Punkte}) \quad (22)$$

$$\omega_s = 2\pi f_s \Rightarrow f_s = \frac{1}{T_S} = \frac{1}{\frac{2}{3}T} = 5 \text{ kHz}; \text{ mit } T_S = \frac{2}{3}T \quad (0, 5 \text{ Punkte}) \quad (23)$$

$$t_1 = 50 \mu s; t_2 = 150 \mu s; t_3 = 200 \mu s; \hat{u} = 3V; \omega_S = \frac{2\pi}{T_S}; \text{ mit } T_S = \frac{2}{3}T = 200 \mu s \quad (24)$$

5.2. Mathematische Beschreibung (1 Punkt)

Beschreiben Sie abschnittsweise den Verlauf der Spannung $u(t)$ über die Periode.

Lösung:

$$\begin{aligned} (1) \quad & 0 \leq t \leq t_1 \quad u(t) = 0 \\ (2) \quad & t_1 \leq t \leq t_2 \quad u(t) = \hat{u} \cdot \sin(\omega_S \cdot (t - t_1)) \\ (3) \quad & t_2 \leq t \leq t_3 \quad u(t) = 0 \\ (4) \quad & t_3 \leq t \leq T \quad u(t) = \hat{u} \cdot \sin(\omega_S \cdot (t - (t_1 + \underbrace{(t_3 - t_2)}_{t_1}))) = \hat{u} \cdot \sin(\omega_S \cdot (t - 2t_1)) \end{aligned} \quad (25)$$

$$(1 \text{ Punkt}) \quad (26)$$

5.3. Mittelwerte (2 Punkte)

Berechnen Sie den Gleichrichtmittelwert und den Effektivwert für eine Periode der Spannung $u(t)$.

Lösung:

$$|\bar{U}| = \int_0^T u(t) dt = \frac{1}{T} \left[4 \cdot \int_0^{\frac{T_S}{4}} \hat{u} \sin(\omega_s t) dt \right] = \frac{1}{T} \cdot 4\hat{u} \cdot \frac{1}{\omega_s} \left[-\cos(\omega_s t) \right]_0^{\frac{T_S}{4}} \quad (27)$$

$$= \frac{1}{T} \cdot 4\hat{u} \cdot \frac{2T}{3} \left[\underbrace{-\cos\left(\frac{2\pi}{T_S} \cdot \frac{T_S}{4}\right)}_0 + \underbrace{\cos(0)}_1 \right]_0^{\frac{T_S}{4}} = \frac{2}{3} \cdot \frac{2\hat{u}}{\pi} = \frac{4}{3} \frac{\hat{u}}{\pi} \quad (1\text{Punkt}) \quad (28)$$

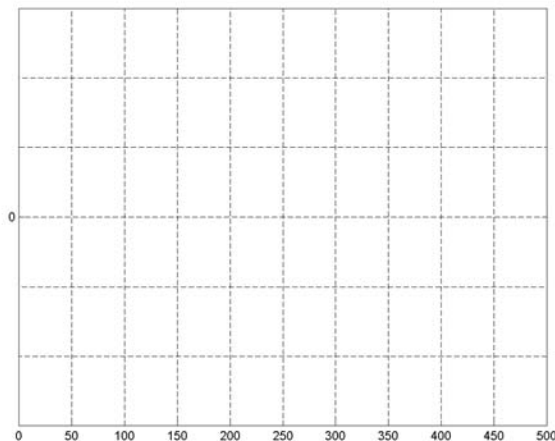
$$U_{eff}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T u(t)^2 dt = \frac{1}{T} \left[4 \cdot \int_0^{\frac{T_S}{4}} \hat{u}^2 \sin^2(\omega_s t) dt \right] = \frac{1}{T} \cdot 4\hat{u}^2 \cdot \left[\frac{1}{2}t - \frac{1}{4\omega_s} \sin(2\omega_s t) \right]_0^{\frac{T_S}{4}} \quad (29)$$

$$= \frac{1}{T} \cdot 4\hat{u}^2 \cdot \left[\frac{1}{2} \frac{T_S}{4} - \frac{1}{4\omega_s} \sin\left(2 \frac{2\pi}{T_S} \frac{T_S}{4}\right) \right] = \frac{1}{T} \cdot 4\hat{u}^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2T}{3} \frac{1}{4} = \frac{2}{3} \frac{\hat{u}^2}{2} \quad (30)$$

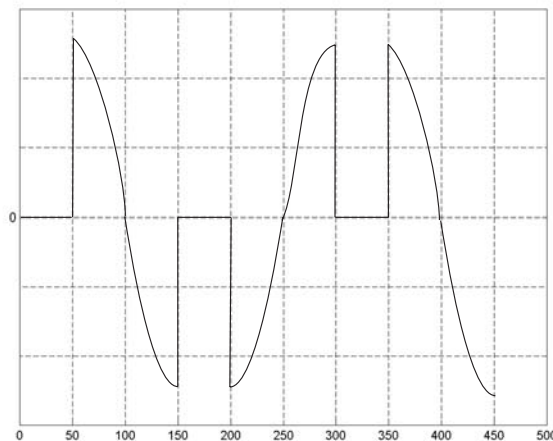
$$\Rightarrow U_{eff} = \sqrt{\frac{2}{3} \frac{\hat{u}^2}{2}} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{3}} \quad (1\text{Punkt}) \quad (31)$$

5.4. Kondensatorstrom (1 Punkt)

Zeichnen Sie den Verlauf des Kondensatorstromes qualitativ in das folgende Diagramm ein. (Achsenbeschriftungen nicht vergessen!).



Lösung:



(0,5 Punkte)

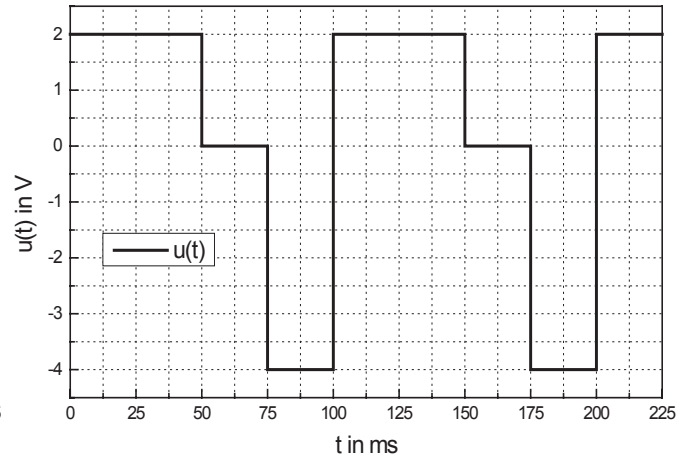
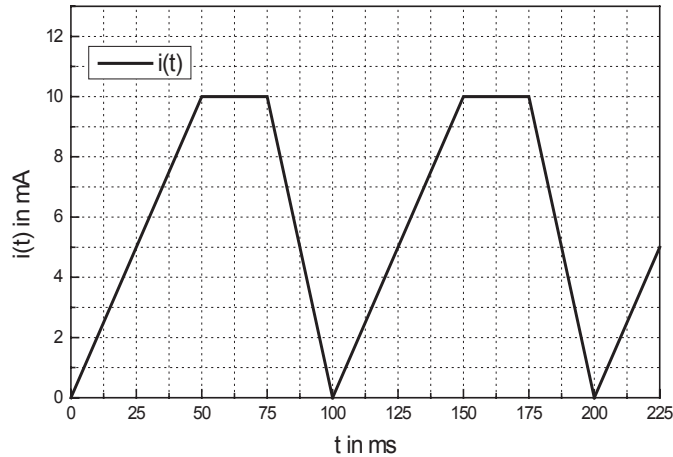
$$\text{mit : } i_C(t) = C \cdot \frac{du_C(t)}{dt} \quad (32)$$

$$\begin{aligned} (1) \quad & 0 \leq t \leq t_1 \quad i(t) = 0 \\ (2) \quad & t_1 \leq t \leq t_2 \quad i(t) = C \cdot \hat{u} \cdot \omega_S \cos(\omega_S \cdot (t - t_1)) \\ (3) \quad & t_2 \leq t \leq t_3 \quad i(t) = 0 \\ (4) \quad & t_3 \leq t \leq T \quad i(t) = C \cdot \hat{u} \cdot \omega_S \cos(\omega_S \cdot (t - 2t_1)) \end{aligned} \quad (33)$$

$$\text{mit : } \hat{i} = C \cdot \hat{u} \cdot \omega_S = 10nF \cdot 3V \cdot \frac{2\pi}{200\mu s} = 0,942mA \quad (0,5\text{Punkte}) \quad (34)$$

6. Aufgabe (5 Punkte): Aktive Netzwerkelemente

An einem Bauelement liegen folgende Zeitverläufe von Strom und Spannung vor:



6.1. Mittelwertberechnung (1 Punkt)

Ermitteln Sie den arithmetischen Mittelwert \bar{U} der Spannung $u(t)$.

Lösung:

$$\bar{U} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt \quad (35)$$

$$u(t) = \begin{cases} 2V & 0 \leq t \leq 50ms \\ 0V & 50ms \leq t \leq 75ms \\ -4V & 75ms \leq t \leq T \end{cases} \quad \text{mit } T = 100ms \quad (0, 5\text{Punkte}) \quad (36)$$

$$\bar{U} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt = \frac{1}{T} \left[\int_0^{50ms} 2V dt + \int_{75ms}^T -4V dt \right] = \frac{1}{T} [2V \cdot 50ms - 4V \cdot 75ms] \quad (37)$$

$$= \underline{0V} \quad (0, 5\text{Punkte}) \quad (38)$$

6.2. Bauelementberechnung (2 Punkte)

Um welches Bauelement handelt es sich? Berechnen Sie seinen Wert.

Lösung:

Strom ist eine steigende Gerade \Rightarrow Spannung ist eine positive Konstante
 Strom ist eine fallende Gerade \Rightarrow Spannung ist eine negative Konstante (39)
 Strom ist eine konstante Gerade \Rightarrow Spannung ist konstant 0

$$\Rightarrow (\text{Strom})' = \text{Spannung} \quad (40)$$

$$\Rightarrow u_L(t) = L \cdot \frac{di_L(t)}{dt} \Rightarrow \text{Induktivität!} \quad (1\text{Punkt}) \quad (41)$$

$$\text{Bereich: } 0 \leq t \leq 50\text{ms} : \quad (42)$$

$$\left. \begin{aligned} \Rightarrow \frac{di_L(t)}{dt} &= \frac{\Delta i_L(t)}{\Delta t} = \frac{10\text{mA}}{50\text{ms}} = \frac{1}{5} \cdot \frac{\text{A}}{\text{s}} \\ \Rightarrow u_L(t) &= 2\text{V} \end{aligned} \right\} \Rightarrow L = \frac{u_L(t)}{\frac{di_L(t)}{dt}} = 10 \frac{\text{Vs}}{\text{A}} = \underline{10\text{H}} \quad (43)$$

$$(0, 5\text{Punkte}) \quad (44)$$

$$\text{Test im Bereich: } 50\text{ms} < t \leq 75\text{ms} : \quad (45)$$

$$\left. \begin{aligned} \Rightarrow \frac{di_L(t)}{dt} &= \frac{\Delta i_L(t)}{\Delta t} = 0 \frac{\text{A}}{\text{s}} \\ \Rightarrow u_L(t) &= 0\text{V} \end{aligned} \right\} \Rightarrow 0\text{V} = 10\text{H} \cdot 0 \frac{\text{A}}{\text{s}} \Rightarrow \checkmark \quad (46)$$

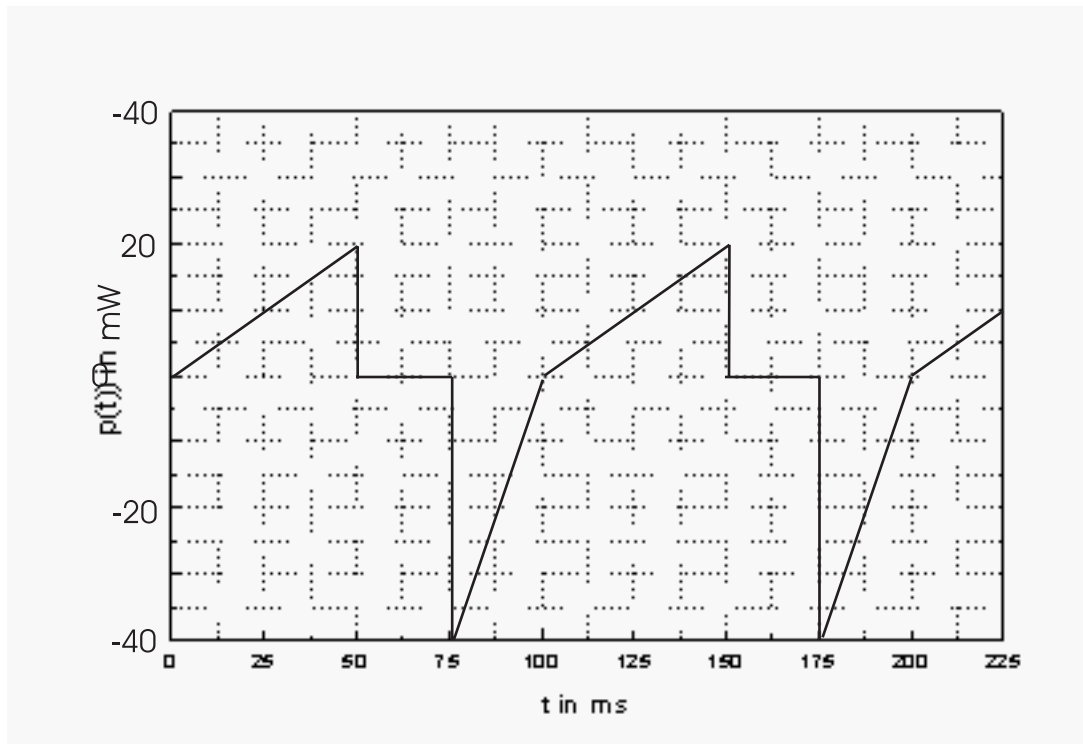
$$\text{Test im Bereich: } 75\text{ms} \leq t \leq T : \quad (47)$$

$$\left. \begin{aligned} \Rightarrow \frac{di_L(t)}{dt} &= \frac{\Delta i_L(t)}{\Delta t} = \frac{-10\text{mA}}{25\text{ms}} = -\frac{4}{10} \cdot \frac{\text{A}}{\text{s}} \\ \Rightarrow u_L(t) &= -4\text{V} \end{aligned} \right\} \Rightarrow -4\text{V} = 10\text{H} \cdot \frac{-4}{10} \cdot \frac{\text{A}}{\text{s}} \Rightarrow \checkmark \quad (48)$$

$$(0, 5\text{Punkte}) \quad (49)$$

6.3. Augenblicksleistung (2 Punkte)

Zeichnen Sie den zeitlichen Verlauf der Augenblicksleistung $p(t)$ maßstabsgerecht in das Diagramm und ermitteln Sie die Wirkleistung, die in dem Bauteil umgesetzt wird.



Lösung:

Musterloesung

$$p(t) = u(t) \cdot i(t) \quad (50)$$

Bereich : $0 \leq t \leq 50ms$: \Rightarrow Gerade mit $p(0ms) = 0W$ und $p(50ms) = 20mW$

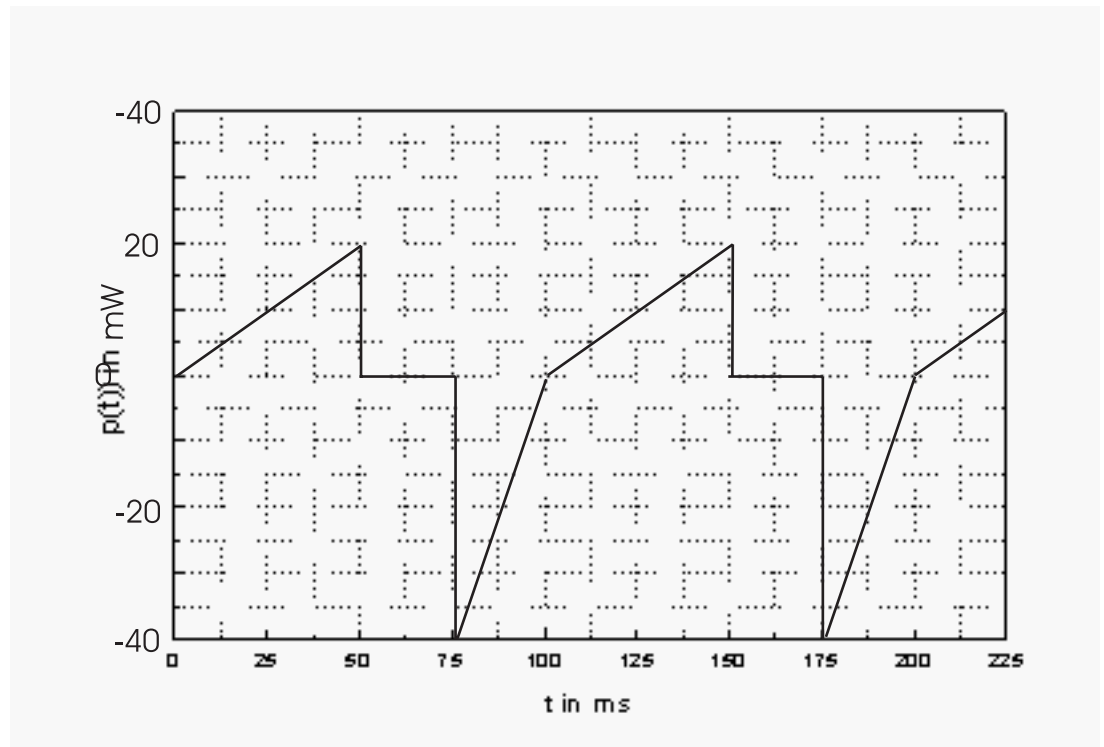
Bereich : $50ms \leq t \leq 75ms$: \Rightarrow konstant $0W$

Bereich : $75 \leq t \leq 100ms$: \Rightarrow Gerade mit $p(75ms) = -40mW$ und $p(100ms) = 0W$

(51)

\Rightarrow Skalierung : $p(t)$ in mW im Bereich von $-40 \dots 0 \dots +40$; step 5 (52)

(0, 5Punkte) (53)



(54)

(1, 5Punkte)

(55)

$$p(t) = \begin{cases} \frac{20mW}{50ms} \cdot t & \text{für } 0 \leq t \leq 50ms \\ 0W & \text{für } 50ms \leq t \leq 75ms \\ \frac{40mW}{25ms} \cdot t - 160mW & \text{für } 75ms \leq t \leq 100ms \end{cases} \quad (56)$$

mit Wirkleistung = arithmetischer Mittelwert der Augenblicksleistung. (57)

$$\Rightarrow P_W = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt = \frac{1}{T} \left[\int_0^{50ms} \frac{20mW}{50ms} \cdot t dt + \int_{75ms}^{100ms} \frac{40mW}{25ms} \cdot t - 160mW dt \right] \quad (0, 5Punkte) \quad (58)$$

(58)

$$= \frac{1}{T} \left[\frac{20mW}{50ms} \cdot \left[\frac{1}{2} t^2 \right]_0^{50ms} + \frac{40mW}{25ms} \cdot \left[\frac{1}{2} t^2 \right]_{75ms}^{100ms} - 160mW \cdot \left[t \right]_{75ms}^{100ms} \right] \quad (59)$$

$$= \frac{1}{T} \left[\frac{2W}{5s} \cdot \frac{1}{2} \cdot 2500ms^2 + \frac{40W}{25s} \cdot \frac{1}{2} \cdot 4375ms^2 - 160mW \cdot 25ms \right] \quad (60)$$

$$= \frac{1}{T} \left[\frac{1}{2} mWs + \frac{35}{10} mWs - 4mWs \right] = \frac{1}{T} \left[0mWs \right] = \underline{0W} \quad (0, 5Punkte) \quad (61)$$