

Klausur „Elektronische Grundlagen für Informatiker“

(4 Aufgaben, Gesamtpunktzahl 60)

Name:

Matr.-Nr.:

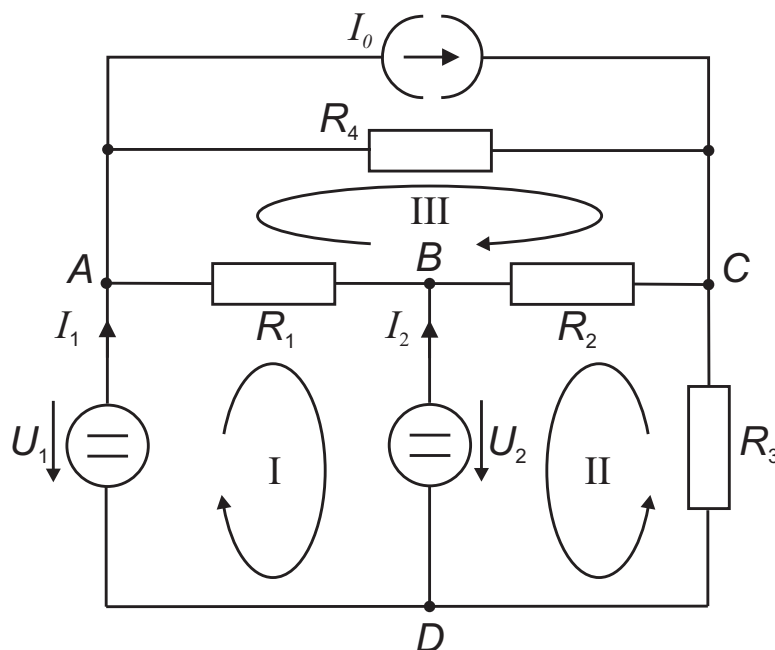
Aufgabe 1

15 Punkte

Gegeben sei folgendes Netzwerk:

$$U_1 = 20 \text{ V} \quad U_2 = 10 \text{ V}$$

$$I_0 = 3 \text{ A} \quad R_1 = 1 \Omega \quad R_2 = R_3 = R_4 = 2 \Omega$$



- Skizzieren Sie den vollständigen Baum für die oben eingezeichneten Maschenumläufe!
- Sind die Maschen zur Berechnung von I_1 günstig gewählt? Begründen Sie ihre Antwort!
- Welche vollständigen Bäume erlauben eine direkte Berechnung des Stromes I_2 ? Skizzieren Sie alle diese Bäume!

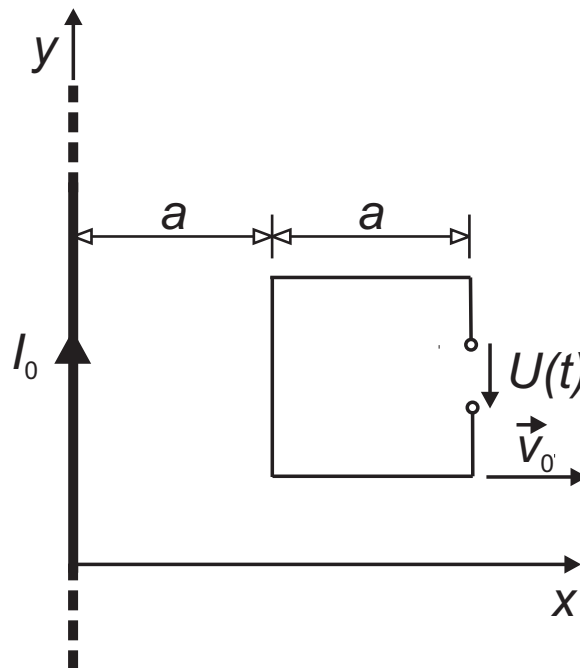
- d) Erstellen Sie die Matrixgleichung für das Maschenstromverfahren bei den in obiger Skizze gewählten Maschenumläufen.
- e) Berechnen Sie den Strom I_1 !

Aufgabe 2

15 Punkte

Ein gerader, unendlich langer Linienleiter wird von dem konstanten Strom I_0 durchflossen. Zum Zeitpunkt $t = 0$ befindet sich die linke Kante einer quadratischen Leiterschleife (Kantenlänge a) im Abstand $x = a$ vom Linienleiter. Die Leiterschleife bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit \vec{v}_0 in positive x-Richtung.

Im gesamten Raum gilt $\mu_r = 1$. Rückwirkungen sind zu vernachlässigen.

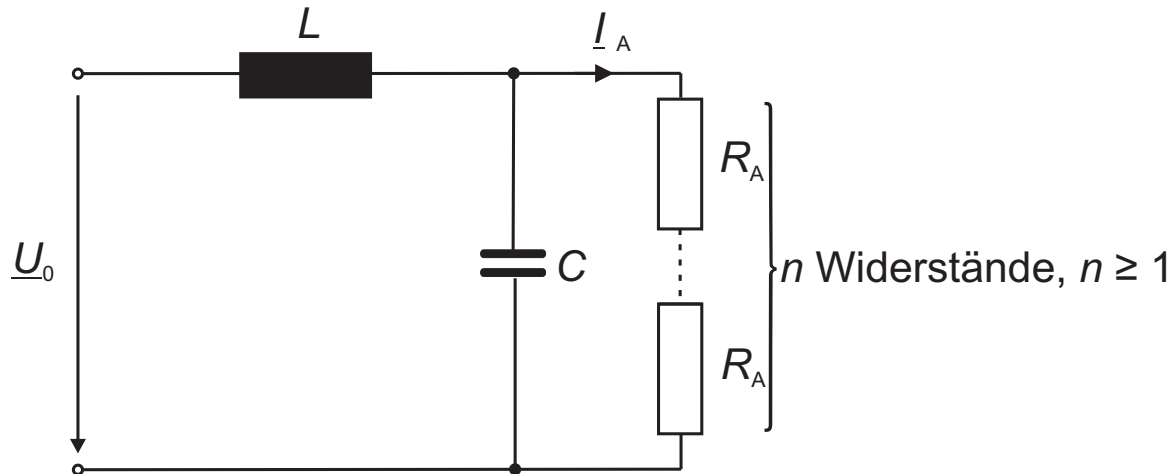


- a) Geben Sie die Formel für den Betrag der magnetischen Feldstärke \vec{H} in Abhängigkeit von x an!
- b) Bestimmen Sie den magnetischen Fluß $\Phi(t)$ durch die Leiterschleife für $t \geq 0$.
Hinweis: $\int \frac{1}{x} dx = \ln x$
- c) Welche Spannung $U(t)$ wird in der Leiterschleife induziert?

Aufgabe 3

15 Punkte

Die n Lampen A_1, A_2, \dots, A_n einer Lichterkette sind in Reihe geschaltet. Jede Lampe hat die Nennspannung $U_A = 12\text{ V}$ ($U_{Ai} = U_A$ für $i = 1 \dots n$) und den rein ohmschen Widerstand R_A ($R_{Ai} = R_A$ für $i = 1 \dots n$). Die Lichterkette wird, wie unten skizziert, über ein LC -Netzwerk an das Wechselstromnetz ($\underline{U}_0 = 230\text{ V} \cdot e^{j0^\circ}$, $f = 50\text{ Hz}$) angeschlossen.



- Bestimmen Sie allgemein den Lampenstrom \underline{I}_A !
- Welche Bedingung muss erfüllt sein, damit die Lichterkette für jede Anzahl $n \geq 1$ der Lampen betrieben werden kann, d.h. das der Strom \underline{I}_A von n unabhängig sein soll?

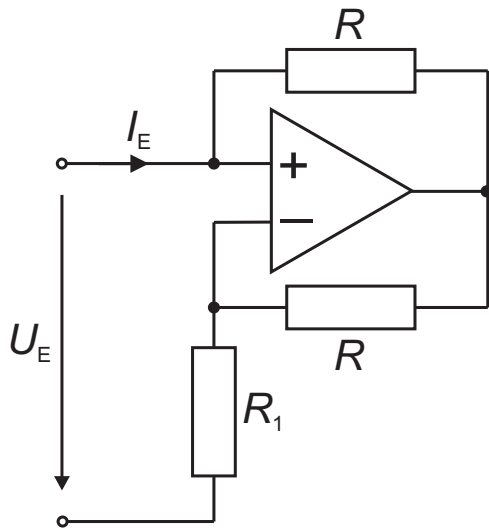
Die Bedingung unter b) sei jetzt erfüllt. Eine Lampe nimmt eine Nennleistung von $P = 6\text{ W}$ auf.

- Bestimmen Sie den Nennstrom einer Lampe!
- Bestimmen Sie die Induktivität L und die Kapazität C !

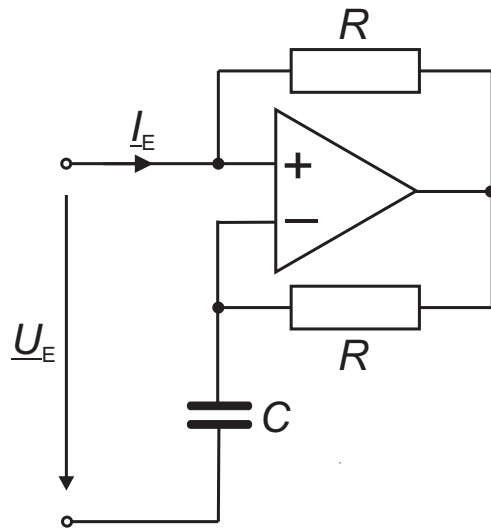
Aufgabe 4

15 Punkte

Gegeben seien zwei Schaltungen mit jeweils einem idealen Operationsverstärker.



Schaltung 1



Schaltung 2

- Berechnen Sie den Eingangswiderstand $R_E = U_E / I_E$ der Schaltung 1.
- Berechnen Sie die Eingangsimpedanz $\underline{Z}_E = \underline{U}_E / \underline{I}_E$ der Schaltung 2.
- Ist bei Schaltung 2 der Eingangsstrom \underline{I}_E gegenüber der Eingangsspannung \underline{U}_E voreilend oder nacheilend? Begründung!
- Beschreiben Sie das frequenzabhängige Verhalten der Eingangsimpedanz \underline{Z}_E der Schaltung 2.

Klausur „Elektronische Grundlagen für Informatiker“

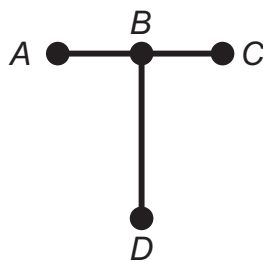
Musterlösung

Gesamtpunktzahl: 60

Mindestpunktzahl zum Bestehen: 24

Aufgabe 1

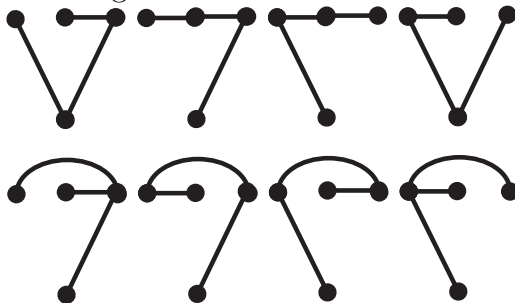
15 Punkte



a)

b) Die Maschen sind günstig gewählt, weil der Strom I_1 in einem Verbindungszweig fließt.

c) Der Zweig BD darf nicht als Baumzweig verwendet werden. Es können acht vollständige Bäume gebildet werden.



d)
$$\begin{pmatrix} R_1 & 0 & -R_1 \\ 0 & R_2 + R_3 & R_2 \\ -R_1 & R_2 & R_1 + R_2 + R_4 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_1 \\ I_{II} \\ I_{III} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} U_1 - U_2 \\ -U_2 \\ I_0 R_4 \end{pmatrix}$$

$$I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 10\text{ V} & 0 & -1\ \Omega \\ -10\text{ V} & 4\ \Omega & 2\ \Omega \\ 6\text{ V} & 2\ \Omega & 5\ \Omega \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1\ \Omega & 0 & -1\ \Omega \\ 0 & 4\ \Omega & 2\ \Omega \\ -1\ \Omega & 2\ \Omega & 5\ \Omega \end{vmatrix}} = 17\text{ A}$$

Aufgabe 2**15 Punkte**

a) $H = \frac{I_0}{2\pi x}$

b) $\Phi(t) = \int_A \vec{B} \, d\vec{A} = \int_{v_0 t + a}^{v_0 t + 2a} \frac{\mu_0 I_0}{2\pi x} \cdot a \, dx = \frac{\mu_0 I_0 a}{2\pi} [\ln(v_0 t + 2a) - \ln(v_0 t + a)]$

$$\Phi(t) = \frac{\mu_0 I_0 a}{2\pi} \ln \frac{v_0 t + 2a}{v_0 t + a}$$

c) $U(t) = -\frac{d}{dt}\Phi(t) = -\frac{\mu_0 I_0 a}{2\pi} \left[\frac{v_0}{v_0 t + 2a} - \frac{v_0}{v_0 t + a} \right]$

Aufgabe 3**15 Punkte**

a) $\underline{I}_{ges} = \frac{\underline{U}_0}{j\omega L + \frac{\frac{n \cdot R_A}{j\omega C}}{\frac{1}{j\omega C} + n \cdot R_A}} = \frac{\underline{U}_0(\frac{1}{j\omega C} + n \cdot R_A)}{\frac{n \cdot R_A}{j\omega C} + j\omega L(\frac{1}{j\omega C} + n \cdot R_A)}$

$$\underline{I}_A = \underline{I}_{ges} \frac{\frac{1}{j\omega C}}{\frac{1}{j\omega C} + n \cdot R_A} = \frac{\underline{U}_0}{n \cdot R_A(1 - \omega^2 LC) + j\omega L}$$

b) Strom durch Lichterkette wird unabhängig von n , wenn der Faktor $(1 - \omega^2 LC)$ Null wird (d.h. im Resonanzfall).
 $\omega^2 = 1/LC$

c) An den ohmschen Widerständen R_A sind Strom und Spannung in Phase und man erhält für den Strom I_A :

$$I_A = \frac{P}{U_A} = 0,5 \, A$$

d) Im Resonanzfall fließt ein von der Induktivität L begrenzter Strom von $\underline{I}_A = \underline{U}_0/j\omega L$ somit

$$L = \frac{U_0}{2\pi f \cdot I_A} = 1,46 \, H$$

und aus der Resonanzbedingung folgt für C :

$$C = \frac{1}{\omega^2 L} = 6,95 \, \mu F$$

Aufgabe 4**15 Punkte**

- a) Über R_1 fällt die Spannung U_E ab, da die Spannung zwischen den Eingängen des OP zu Null wird.

$$I_{R1} = \frac{U_E}{R_1}$$

$$U_E = I_E R + I_{R1} (R + R_1)$$

$$\frac{U_E}{I_E} = -R_1 \quad \text{das negative Vorzeichen ist richtig!}$$

b) $\underline{U}_E = \underline{I}_E R + \frac{\underline{U}_E}{\frac{1}{j\omega C}} (R + \frac{1}{j\omega C})$

$$\underline{Z}_E = \frac{\underline{U}_E}{\underline{I}_E} = -\frac{1}{j\omega C} = j \cdot \frac{1}{\omega C}$$

- c) Eingangsstrom ist gegenüber Spannung nachteilend, da der Eingangswiderstand induktiv ist.
- d) Die Eingangsimpedanz hat, wie bei einer Induktivität, einen positiven Imaginärteil. Die Schaltung konvertiert das Vorzeichen. Aber der Betrag der Eingangsimpedanz wird bei steigender Frequenz kleiner, also ähnliches Verhalten wie bei einer Kapazität.