Lehrstuhl für Bildverarbeitung
RWTH Aachen
Prof. Dr.-Ing. T. Aach

16.03.2006

# Klausur „Elektronische Grundlagen für Informatiker“

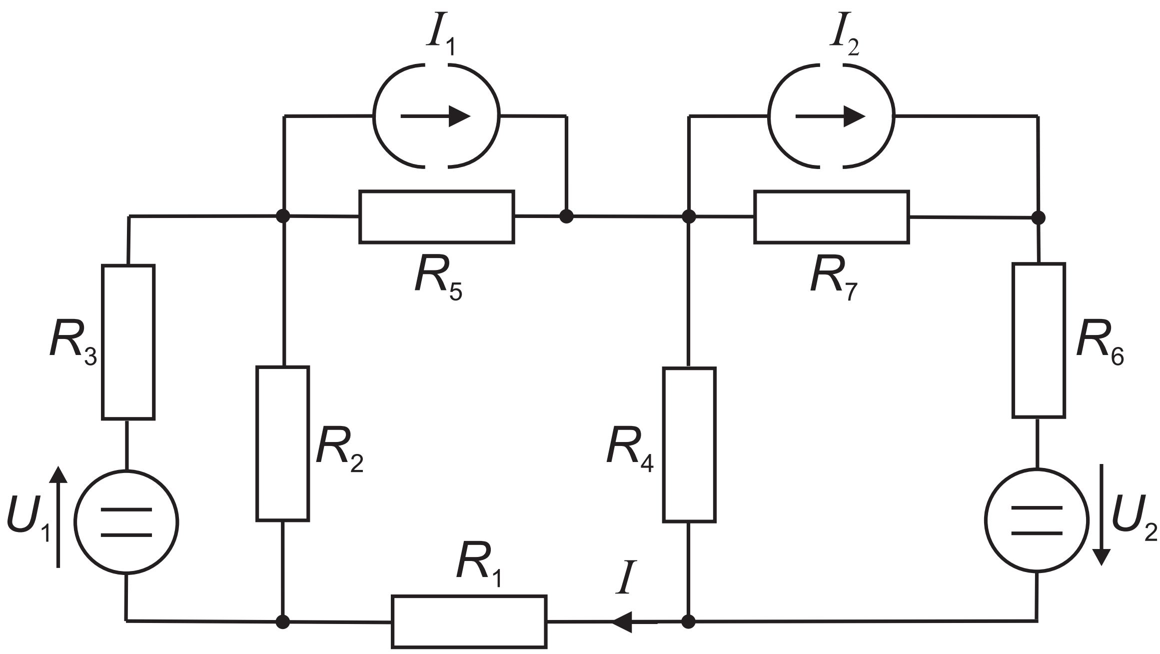
## (4 Aufgaben, Gesamtpunktzahl 60)

| | |
|---|---|
| Name: | Matr.-Nr.: |

**Aufgabe 1** **15 Punkte**

Gegeben sei folgendes Netzwerk:

$U_1 = 10\,V$ $U_2 = 5\,V$
$I_1 = 3\,A$ $I_2 = 3\,A$
$R_6 = 5\,\Omega$ $R_7 = 5\,\Omega$ $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 10\,\Omega$




Es soll mit Hilfe des Maschenstromverfahrens der Strom $I$ berechnet werden.

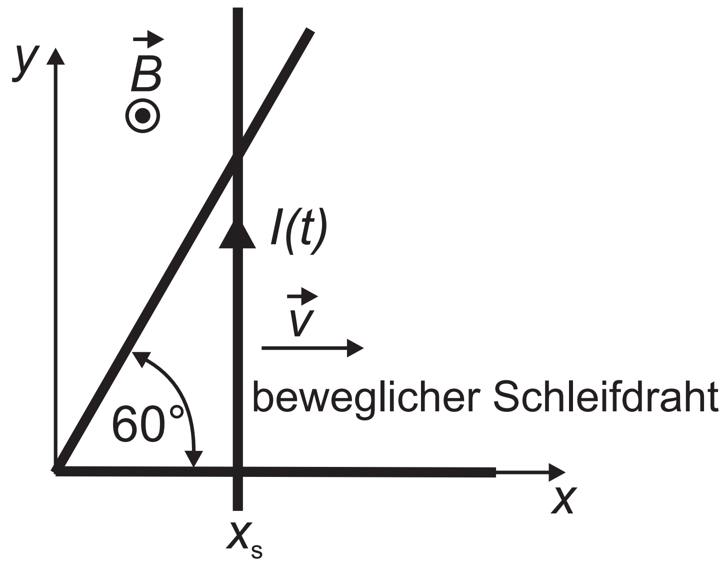
a) Wandeln Sie die beiden Stromquellen in äquivalente Spannungsquellen um und zeichnen Sie das neue Netzwerk!

b) Zeichnen Sie den Graph des unter a) skizzierten Netzwerkes.
Wieviele unabhängige Knoten- und Maschengleichungen hat das Netzwerk?

c) Bestimmen Sie den vollständigen Baum so, dass $R_1$, $R_3$ und $R_6$ jeweils in einem Verbindungszweig liegen!

d) Berechnen Sie mit Hilfe des Maschenstromverfahrens und dem unter c) bestimmten vollständigen Baum den Strom $I$!

**Aufgabe 2** **14 Punkte**




In der x-y-Ebene liegen zwei um 60° gegeneinander geneigte Leiter, die im Koordinatenursprung leitend miteinander verbunden sind, in einem homogenen Magnetfeld $\vec{B} = B_0 \cdot \vec{e}_z$. Ein unendlich langer, gerader Draht schleift elektrisch leitend auf den beiden Leitern. Er wird mit konstanter Geschwindigkeit $\vec{v} = v_0 \cdot \vec{e}_x$ so bewegt, dass er immer parallel zur y-Achse gerichtet ist und dass für seine momentane Position gilt $x_S = v_0 \cdot t$. Der bewegliche Schleifdraht besteht aus Kupferdraht (spezifischer Widerstand $\rho_{Cu}$, Querschnitt $A$). Die Widerstände der anderen beiden Leiter sollen vernachlässigt werden.
Rückwirkungen sind ebenfalls zu vernachlässigen. Es gilt $t > 0$.

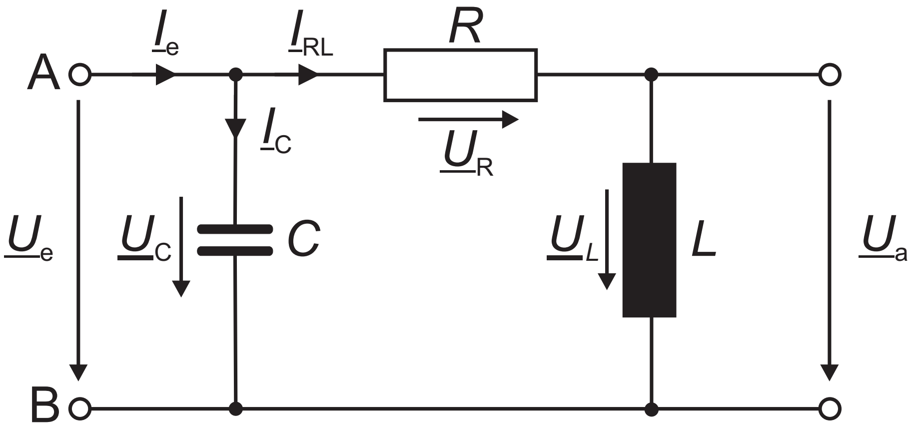
a) Bestimmen Sie den magnetischen Fluß $\Phi(t)$ durch das Leiterdreieck!

b) Bestimmen Sie den Strom $I(t)$!

c) Bestimmen Sie die auf den beweglichen Schleifdraht wirkende Kraft $\vec{F}(t)$ nach Betrag und Richtung!

**Aufgabe 3** **17 Punkte**

An den Klemmen A-B folgender Filterschaltung wird die cosinusförmige Wechselspannung $\underline{U}_e$ mit einer veränderbaren Kreisfrequenz $\omega \in [0, \infty[$ angeschlossen.




$$\underline{U}_e = U_e \cdot e^{j0°}$$
$$C = \frac{L}{3R^2}$$

a) Geben Sie den komplexen Gesamtwiderstand $\underline{Z}_g$ der Schaltung bezüglich der Klemmen A-B in Komponentenform an!

b) Für welche Kreisfrequenzen $\omega_p$ nimmt die Schaltung nur Wirkleistung auf?

c) Geben Sie den komplexen Übertragungsfaktor $\underline{F} = \underline{U}_a / \underline{U}_e$ an!

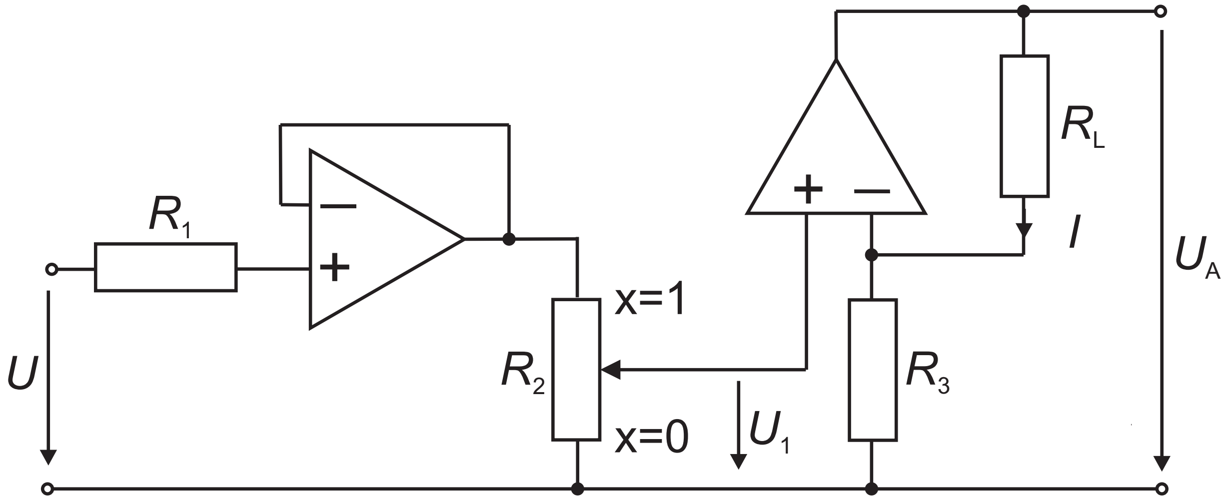
d) Für welche Kreisfrequenz $\omega_0$ wird der Betrag $F(\omega_0) = 1/\sqrt{2}$ ?

e) Zeichnen Sie ein Zeigerdiagramm für die in der Zeichnung angegebenen Spannungen bei der unter d) ermittelten Kreisfrequenz $\omega_0$. Verwenden Sie den Maßstab $U_e \mathrel{\widehat{=}} 6\,cm$ und markieren Sie rechte Winkel!

**Aufgabe 4** **14 Punkte**

Gegeben sei folgende Schaltung mit zwei idealen Operationsverstärkern.

$U = 5\,V$
$R_1 = 120\,k\Omega$
$R_2 = 47\,k\Omega$




a) Berechnen Sie die Spannung $U_1$ in Abhängigkeit von der Stellung des Potentiometers $x$.

b) Berechnen Sie den Strom $I$ durch den Lastwiderstand $R_L$ in Abhängigkeit von $x$ und $R_3$.

c) Wie groß muss $R_3$ gewählt werden, damit für $x = 1$ der Strom $I = 10\,mA$ beträgt?

d) Die Ausgangsspannung $U_A$ des Operationsverstärkers sei begrenzt auf maximal $U_A = U_{Amax} = 12\ V$. Berechnen Sie den maximalen Widerstand $R_L = R_{Lmax}$, bei dem gerade noch der Strom $I = 10\,mA$ bei $x = 1$ fließen kann ($R_3$ wie bei Unterpunkt c) berechnet).

Lehrstuhl für Bildverarbeitung
RWTH Aachen
Prof. Dr.-Ing. T. Aach

16.03.2006

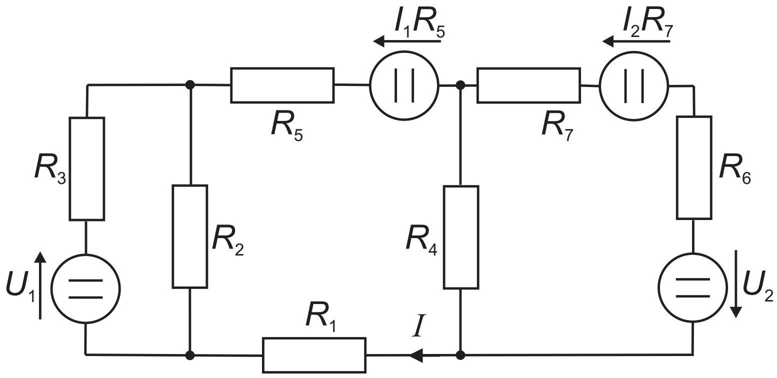
# Klausur „Elektronische Grundlagen für Informatiker“

## Musterlösung

**Gesamtpunktzahl: 60**
**Mindestpunktzahl zum Bestehen: 24**

**Aufgabe 1** **15 Punkte**

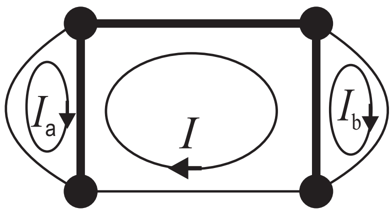
a)




b)

$k-1=3$ unabhängige Knotenleichungen
$z-k+1=3$ unabhängige Maschengleichungen

c)




d) $$\begin{pmatrix} R_5+R_4+R_1+R_2 & -R_2 & -R_4 \\ -R_2 & R_2+R_3 & 0 \\ -R_4 & 0 & R_4+R_6+R_7 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I \\ I_a \\ I_b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} I_1R_5 \\ -U_1 \\ -U_2+I_2R_7 \end{pmatrix}$$

$$I = \frac{\begin{vmatrix} 30\,V & -10\,\Omega & 10\,\Omega \\ -10\,V & 20\,\Omega & 0 \\ 10\,V & 0 & 20\,\Omega \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 40\,\Omega & -10\,\Omega & -10\,\Omega \\ -10\,\Omega & 20\,\Omega & 0 \\ -10\,\Omega & 0 & 20\,\Omega \end{vmatrix}} = 1\,A$$

**Aufgabe 2** **14 Punkte**

a) $\Phi(t) = \int\limits_A \vec{B}\,\mathrm{d}\vec{A} = B_0 \int\limits_0^{v_0 t} h(x)\,\mathrm{d}x = B_0 \int\limits_0^{v_0 t} \tan 60° x\,\mathrm{d}x = \frac{\sqrt{3}}{2} B_0 v_0^2 t^2$

b) $U_i = -\frac{d}{dt}\Phi(t) = -\sqrt{3} B_0 v_0^2 t$

$I(t) = \frac{U_i}{R(t)} = -\frac{\sqrt{3} B_0 v_0^2 t}{\rho \frac{h(t)}{A}} = -\frac{B_0 v_0 A}{\rho}$
d.h. $I(t)$ ist konstant.

c) $\vec{F}(t) = I \cdot \vec{l} \times \vec{B} = I \cdot h(t) \cdot B_0 \cdot \vec{e}_x = -\frac{B_0 v_0 A}{\rho} \cdot \sqrt{3} v_0 t \cdot B_0 \cdot \vec{e}_x = \frac{\sqrt{3} B_0^2 v_0^2 A t}{\rho}(-\vec{e}_x)$
Richtung: in negative x-Richtung

**Aufgabe 3** **17 Punkte**

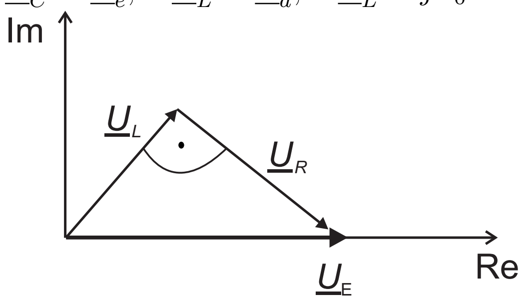
a) $\underline{Z}_g = (R + j\omega L) \parallel \frac{1}{j\omega C} = \frac{R+j\omega L}{1-\omega^2 LC + j\omega RC} = \frac{R}{(1-\frac{\omega^2 L^2}{3R^2})^2 + (\frac{\omega L}{3R})^2} + j \frac{\frac{2}{3}\omega L - \frac{\omega^3 L^3}{3R^2}}{(1-\frac{\omega^2 L^2}{3R^2})^2 + (\frac{\omega L}{3R})^2}$

b) Strom und Spannung müssen in Phase sein $\Rightarrow$ $\underline{Z}_g$ muss rein reell werden,
d.h. $\mathrm{Im}\{\underline{Z}_g(\omega_p)\}=0$
$\frac{\omega_p L}{3}(2 - \frac{\omega_p^2 L^2}{R^2}) = 0$
$\omega_{p1} = 0, \quad \omega_{p2} = \frac{\sqrt{2}R}{L}$

c) C hat keinen Einfluß auf $\underline{U}_a$
$\underline{F} = \frac{j\omega L}{R+j\omega L}$

d) $|\frac{1}{1-j\frac{R}{\omega_0 L}}| = \frac{1}{\sqrt{2}}$
$\omega_0 = R/L$

e) $\underline{U}_C = \underline{U}_e, \quad \underline{U}_L = \underline{U}_a, \quad \underline{Z}_L = j\omega_0 L = jR$




**Aufgabe 4** **14 Punkte**

a) Bei idealen Operationsverstärkern geht der Eingangsstrom gegen Null. Somit kein Spannungsabfall über $R_1$ und keine Belastung des Potis.
$U_1 = x \cdot U$

b) $U_{R3} = U_1 = x \cdot U = R_3 \cdot I \quad \Longleftrightarrow \quad I = \frac{x \cdot U}{R_3}$

c) $R_3 = \frac{1{\cdot}5\,V}{0{,}01\,A} = 500\,\Omega$

d) $U_A - U_1 - I \cdot R_L = 0 \quad \Rightarrow \quad R_{Lmax} = \frac{U_{Amax} - U}{10\,mA} = 700\,\Omega$