UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik

Abt. Technische Informatik

Prof. Dr. Udo Kebschull
Dr. Hans-Joachim Lieske

08. Oktober 1999 / 13^{30}-15^{30} / H13

Prüfungsaufgaben Klausur

Wintersemester 1999/2000

Aufgaben zur Klausur
Technische Informatik I - Elektrotechnische Grundlagen
Technische Informatik II – Rechneraufbau

Name Vorname	Matrikelnummer	Fachrichtung Immatrikulationsjahr

Ergebnisse					
	Aufgabe 1	Aufgabe 2	Aufgabe 3	Aufgabe 4	Summe
max. Punkte	20	20	20	20	80
davon erreicht					
				Note	

Datum/Unterschrift des Korrigierenden:

Hinweise:
Zeitdauer insgesamt 120 Minuten
Zum Bestehen der Klausur sind mindestens 40 Punkte erforderlich.
Zur Klausur Technische Informatik I und II sind keine Hilfsmittel erlaubt.
Ausnahme: nichtprogrammierbarer Taschenrechner.

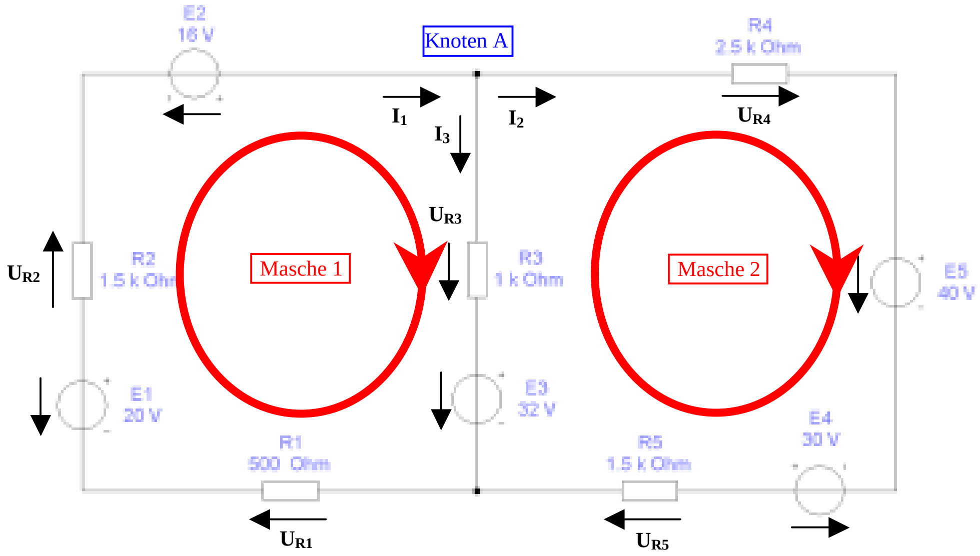
Teil 1 (1. Semester)

Aufgabe 1.

Spannungen und Ströme in Widerständen von aktiven Gleichspannungsnetzwerken

Gegeben ist folgende Schaltung:

Maschen: 1,2
Knoten: A



Das Ziel der Aufgabe ist die Bestimmung der Ströme I_{R1} bis I_{R5}, die durch die Widerstände R_1 bis R_5 fließen und die Spannungen U_{R1} bis U_{R5}, die über die Widerstände R_1 bis R_5 abfallen. Verwenden Sie zur Erstellung des Gleichungssystems die Maschen 1 und 2 sowie den Knoten A.

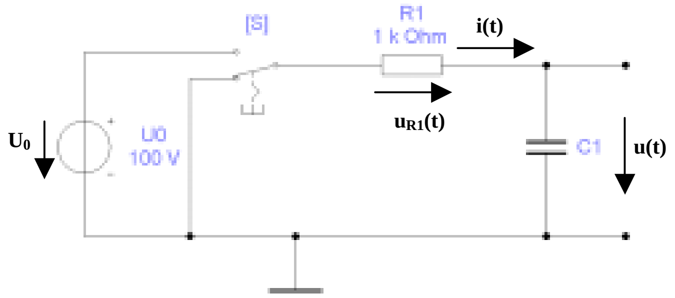
Aufgaben:

a) Stellen Sie die Maschengleichungen für die Maschen 1 und 2 auf
b) Stellen Sie die Knotenpunktgleichung für den Knoten A auf.
c) Erstellen Sie das Gleichungssystem für den Knoten A und die Maschen aus den Teilaufgaben a) und b).
d) Bestimmen Sie die Zweigströme I_1, I_2 und I_3 und die Ströme durch die Widerstände R_1 bis R_5.
e) Bestimmen Sie die Spannungen über die Widerstände R_1 bis R_5.

Aufgabe 2
Schaltverhalten eines RC-Tiefpasses

Gegeben ist folgende Schaltung:

u(t) = 22,12V für t=50µs



Im Anfangszustand ist der Kondensator entladen. Danach wird die Spannung U_0 eingeschaltet. Nach der Zeit t stellt sich die Spannung u(t) ein.

Das Ziel der Aufgabe ist die Berechnung der Zeitkonstante τ und der Kapazität C_1 des RC Tiefpasses auf 3 Stellen genau. Die 4. Stelle darf gerundet werden.

Aufgabe:

a) Wie lautet die mathematische Funktion für den Spannungsverlauf am Kondensator beim Laden?
b) Wie lautet die mathematische Funktion für den Stromverlauf am Kondensator beim Laden?
c) Wie hoch ist der Einschaltstrom i(t) zum Zeitpunkt t=0 bei der obigen Schaltung?
d) Welchen Wert hat die Zeitkonstante τ, wenn nach 50µs eine Spannung von 22,12V am Kondensator anliegt?
e) Wie hoch ist die Kapazität des Kondensators?

Spannung am Kondensator

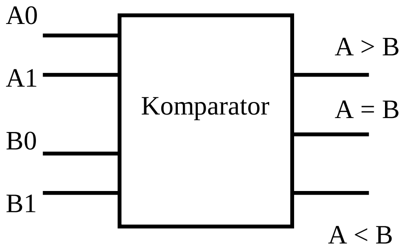
$$u(t) = U_0\,(1-e^{-(t/\tau)})$$

Teil 2 (2. Semester)

Aufgabe 3.
Arbeitsweise eines Komparators

Ein Komparator vergleicht zwei Dualzahlen A und B, die zweistellig an die Schaltung angelegt werden können.

Schaltung:

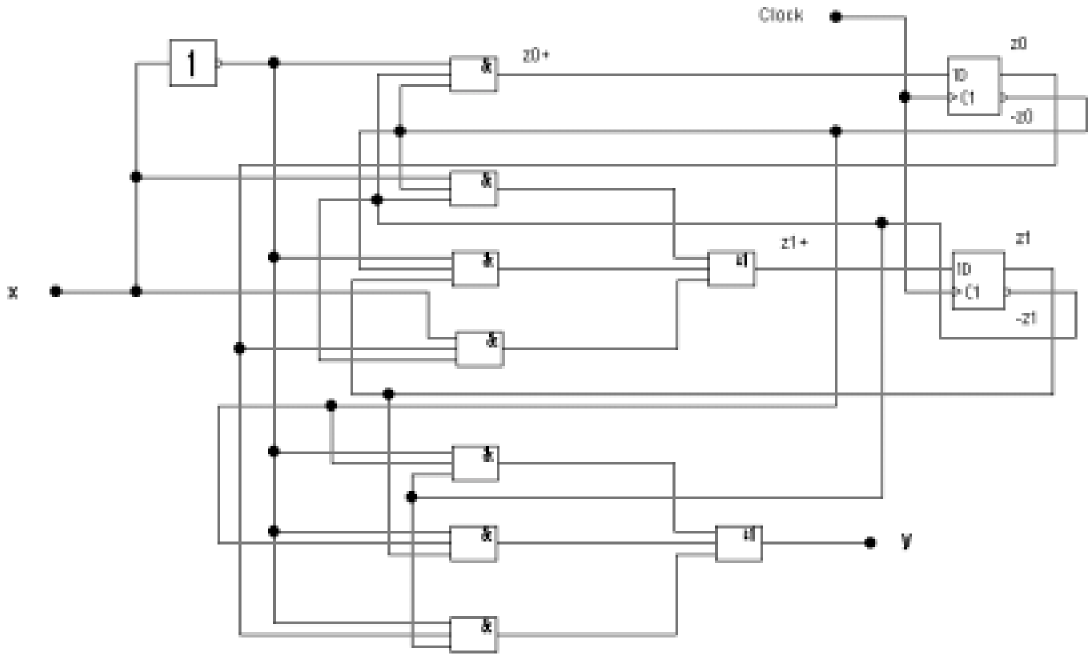


a) Stellen Sie die Funktionstabelle für die Ausgänge A > B, A = B, A < B auf. Benutzen Sie folgende Spaltenbezeichnung:
A1, A0, B1, B0 | A > B, A = B, A < B
b) Wie lautet die DNF für den Ausgang A = B?
c) Wie lautet die RMF für den Ausgang A = B?
d) Minimieren Sie die Ausgänge A > B und A < B mit Hilfe von KV-Diagrammen.
e) Wieviele Produktterme benötigen Sie für eine PLA-Realisierung des gesamten Komparators?

Aufgabe 4

Arbeitsweise eines endlichen Automaten

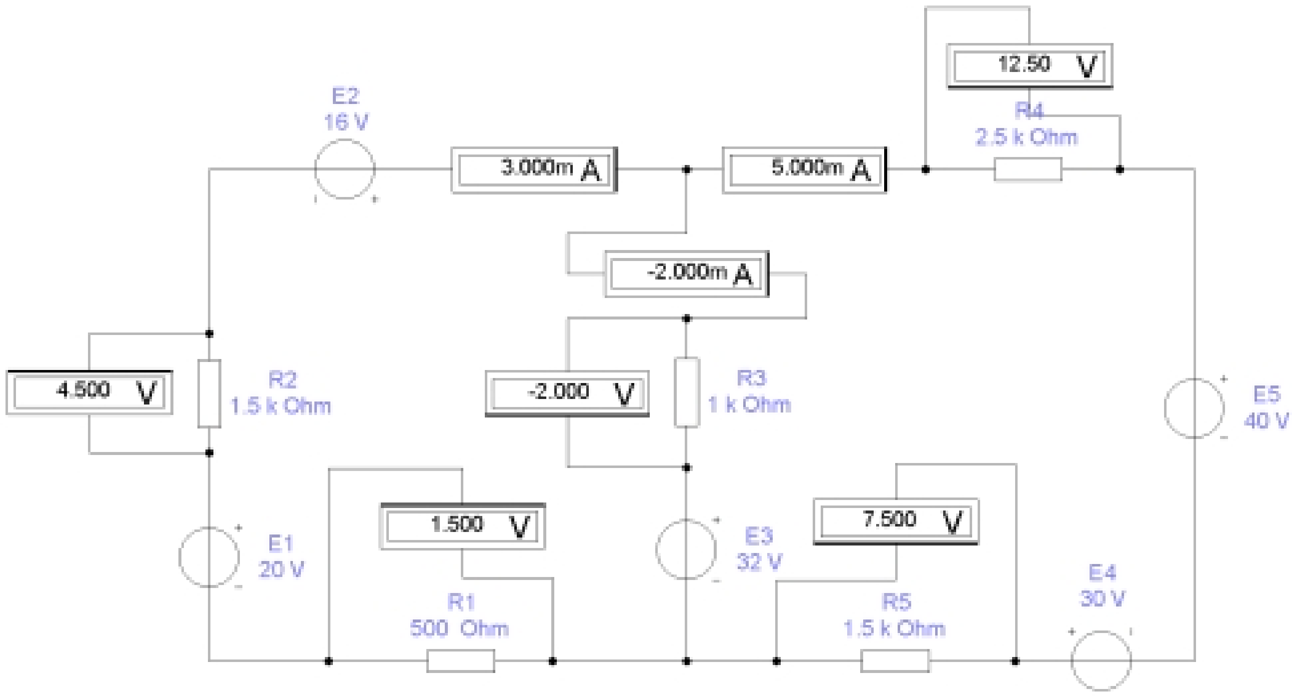
Gegeben ist das folgende Schaltbild eines endlichen Automaten:



a) Handelt es sich hierbei um ein Schaltnetz oder ein Schaltwerk? Begründen Sie Ihre Antwort!
b) Wie lauten die Übergangs- und Ausgabefunktion des zugehörigen endlichen Automaten?
c) Der Startzustand der Schaltung ist S(z0, z1) = (0, 0). Dabei bezeichnen z0 und z1 die Ausgänge der beiden D-FlipFlops. Welche Zustände werden erreicht?
d) Wie lauten die Übergangs- und Ausgabetabelle des endlichen Automaten?
e) Zeichnen Sie das Zustandsübergangs-Diagramm des endlichen Automaten!

Lösung:

Lösungen Aufgabe 1:



a) $-E_1 - E_2 + E_3 + U_{R1} + U_{R2} + U_{R3} = 0$

$-E_3 - E_4 + E_5 \; - U_{R3} + U_{R4} + U_{R5} = 0$

b) $+I_1 - I_2 - I_3 = 0$

c) $U_{R1} = I_1 R_1$, $U_{R2} = I_1 R_2$, $U_{R3} = I_3 R_3$, $U_{R4} = I_2 R_4$, $U_{R5} = I_2 R_5$

$$+ I_1 R_1 + I_1 R_2 + I_3 R_3 = +E_1 + E_2 - E_3$$

$$- I_3 R_3 + I_2 R_4 + I_2 R_5 = +E_3 + E_4 - E_5$$

$$+I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

$$\begin{array}{ccccc} (R_1 + R_2)\, I_1 & 0 & + R_3 I_3 & = & +E_1 + E_2 - E_3 \\ 0 & (R_4 + R_5)\, I_2 & - R_3 I_3 & = & +E_3 + E_4 - E_5 \\ I_1 & -I_2 & -I_3 & = & 0 \end{array}$$

$$2\,k\Omega\ I_1 \quad 0 \quad + 1\,k\Omega\ I_3 = +4V$$

$$0 \quad 4\,k\Omega\ I_2 \quad - 1\,k\Omega\ I_3 = +22V$$

$$I_1 \quad -I_2 \quad -I_3 = 0$$

$$\begin{pmatrix} 2k\Omega & 0 & 1k\Omega \\ 0 & 4k\Omega & -1k\Omega \\ 1 & -1 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I1 \\ I2 \\ I3 \end{pmatrix} = (4V; \quad 22V; \quad 0A)$$

$$M = \begin{pmatrix} 2k\Omega & 0 & 1k\Omega \\ 0 & 4k\Omega & -1k\Omega \\ 1 & -1 & -1 \end{pmatrix} \qquad D = \begin{vmatrix} 2k\Omega & 0 & 1k\Omega \\ 0 & 4k\Omega & -1k\Omega \\ 1 & -1 & -1 \end{vmatrix}$$

$$D = 2k\Omega\,[-4k\Omega \quad -1k\Omega] \;\; +1\,[0 - 4\,(k\Omega)^2]$$
$$= -10\,(k\Omega)^2 - 4\,(k\Omega)^2 = -14\ M\ V^2/A^2$$

$$D_1 = \begin{vmatrix} 4V & 0 & 1k\Omega \\ 22V & 4k\Omega & -1k\Omega \\ 0A & -1 & -1 \end{vmatrix} = 4V\,[-4\,k\Omega - 1\,k\Omega] \; - 22V\,[0 - 1\,k\Omega] = -20\,k\Omega V - 22\,k\Omega V = -42\,kV^2/A$$

$$D_2 = \begin{vmatrix} 2k\Omega & 4V & 1k\Omega \\ 0 & 22V & -1k\Omega \\ 1 & 0 & -1 \end{vmatrix} = 2\,k\Omega\,[-22V - 0] + 1\,[-4\,kV^2/A \;\; -22\,kV^2/A] = -44\,kV^2/A \; - 26\,kV^2/A$$
$$= -70\,kV^2/A$$

$$D = \begin{vmatrix} 2k\Omega & 0 & 4V \\ 0 & 4k\Omega & 22V \\ 1 & -1 & 0 \end{vmatrix} = 2\,k\Omega\,[0 + 22V] + 1\,[0 - 16\,kV^2/A] = 44\,kV^2/A - 16\,kV^2/A = 28\,kV^2/A$$

d) $I_1 = D_1 / D = -42\ kV^2/A \ / \ -14\ M\ V^2/A^2 = 3\ mA$
$I_2 = D_2 / D = -44\ kV^2/A \ / \ -14\ M\ V^2/A^2 = 5\ mA$
$I_3 = D_1 / D = 28\ kV^2/A \ / \ -14\ M\ V^2/A^2 = -2\ mA$

$I_{R1} = I_{R2} = I_1 = 3\ mA$
$I_{R4} = I_{R5} = I_2 = 5\ mA$
$I_{R3} = I_3 = -2\ mA$

$U_{R1} = I_{R1} \cdot R_1 = 3\ mA \cdot 500\ \Omega = 1{,}5V$

$U_{R2} = I_{R2} \cdot R_2 = 3\ mA \cdot 1{,}5\ k\Omega = 4{,}5V$

$U_{R3} = I_{R3} \cdot R_3 = -2\ mA \cdot 1\ k\Omega = -2V$

$U_{R4} = I_{R4} \cdot R_4 = 5\ mA \cdot 2{,}5\ k\Omega = 12{,}5V$

$U_{R5} = I_{R5} \cdot R_5 = 5\ mA \cdot 1{,}5\ k\Omega = 7{,}5V$

Lösungen Aufgabe 2:

a) $\mathbf{u(t) = U_0\,(1\text{-}e^{-(t/\tau)}\,)}$

b) $U_0 + u_R(t) + u(t) = 0$ mit $i(t) = u_R(t)/R$ und $u(t) = u_C(t)$

$U_0 + i(t)\,R + u(t) = 0$

$i(t) = [U_0 - u(t)] / R$ und $u(t) = U_0\,(1\text{-}e^{-(t/\tau)}\,)$

$i(t) = [U_0 - U_0\,(1\text{-}e^{-(t/\tau)}\,)]/R$

$\mathbf{i(t) = U_0\,e^{-(t/\tau)}\,/R = I_0\,e^{-(t/\tau)}}$ **mit** $\mathbf{I_0 = U_0/R}$

c) $\mathbf{I_0 = U_0/R = 100V / 1k\Omega = 100mA}$

d) $u(t) = U_0\,(1\text{-}e^{-(t/\tau)}\,)$ $\tau = t / \text{-}\ln(1 - u(t)/U_0)$

$\tau = 50\mu s / \text{-}\ln(1 – 22{,}12V / 100V)$

$\boldsymbol{\tau} \mathbf{= 199{,}999\mu s \approx 200\mu s}$

e) $\tau = C\,R$ $C = \tau/R = 200\mu s / 1k\Omega$

$\mathbf{C = 200nF}$

Lösungen Aufgabe 3:

Zu a) Funktionstabelle für den Komparator:

A1	A0	B1	B0	A < B	A = B	A > B
0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	1	0	0
0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	1	0	1	0
0	1	1	0	1	0	0
0	1	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	1
1	0	1	0	0	1	0
1	0	1	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0	1
1	1	0	1	0	0	1
1	1	1	0	0	0	1
1	1	1	1	0	1	0

Zu b) DNF für den Ausgang A = B:

$$(A = B) = ((\neg A0) \wedge (\neg A1) \wedge (\neg B0) \wedge (\neg B1)) \vee (A0 \wedge (\neg A1) \wedge B0 \wedge (\neg B1))$$

$$\vee ((\neg A0) \wedge A1 \wedge (\neg B0) \wedge B1) \vee (A0 \wedge A1 \wedge B0 \wedge B1)$$

ZU c) RMF für den Ausgang A = B:

$$A0\ A1 \oplus A0\ B1 \oplus A0 \oplus A1B0 \oplus A1 \oplus B0\ B1 \oplus B0 \oplus B1 \oplus 1 =$$

$$(A0 \oplus B0 \oplus 1)\ (A1 \oplus B1 \oplus 1)$$

Zu d) Minimieren der Ausgänge A > B, A < B mit Hilfe des KV-Diagramms:

A > B

A0	0	1	1	0
A1	0	0	1	1
B1 B0				
0 0	0	1	1	1
0 1	0	0	1	1
1 1	0	0	0	0
1 0	0	0	1	0

$(A > B) = (A1 \wedge (\neg B1)) \vee (A0 \wedge (\neg B0) \wedge (\neg B1)) \vee (A0 \wedge A1 \wedge (\neg B0))$

A < B

A0	0	1	1	0
A1	0	0	1	1
B1 B0				
0 0	0	0	0	0
0 1	1	0	0	0
1 1	1	1	0	1
1 0	1	1	0	0

$(A < B) = ((\neg A1) \wedge B1) \vee ((\neg A0) \wedge (\neg A1) \wedge B0) \vee ((\neg A0) \wedge B0 \wedge B1)$

Zu e) Anzahl der Produktterme:

Für eine PLA-Realisierung des gesamten Komparators werden insgesamt 10 Produktterme benötigt.

Lösung Aufgabe 4

Zu a) Bei dem gegebenen Schaltbild handelt es sich um ein Schaltwerk. Letzteres besteht aus einem Schaltnetz und Speichergliedern. Die beiden D-FlipFlops erlauben maximal das Erreichen von $2^2 = 4$ Zuständen.

Zu b) Übergangsfunktionen:

$$z0+ = \neg x \wedge \neg z0 \wedge \neg z1$$

$$z1+ = (x \wedge \neg z0 \wedge \neg z1) \vee (\neg x \wedge \neg z0 \wedge z1) \vee (x \wedge z0 \wedge \neg z1)$$

$$y = (\neg x \wedge \neg z0 \wedge \neg z1) \vee (\neg x \wedge \neg z0 \wedge z1) \vee (\neg x \wedge z0 \wedge \neg z1)$$

Zu c) Es werden drei Zustände erreicht: S(0, 0), S(0, 1), S(1, 0)

Zu d) Übergangs- und Ausgabetabelle des endlichen Automaten

x	z0	z1	z0+	z1+	y
0	0	0	1	0	1
1	0	0	0	1	0
0	0	1	0	1	1
1	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	1
1	1	0	0	1	0

Zu e) Zustandsübergangs-Diagramm: