



## Prüfungsaufgaben Wiederholungsklausur

Abt. Technische Informatik

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

15. März 2000 / 9<sup>00</sup>-12<sup>00</sup> / H17

Wintersemester 1999/2000

### Aufgaben zur Wiederholungsklausur 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.

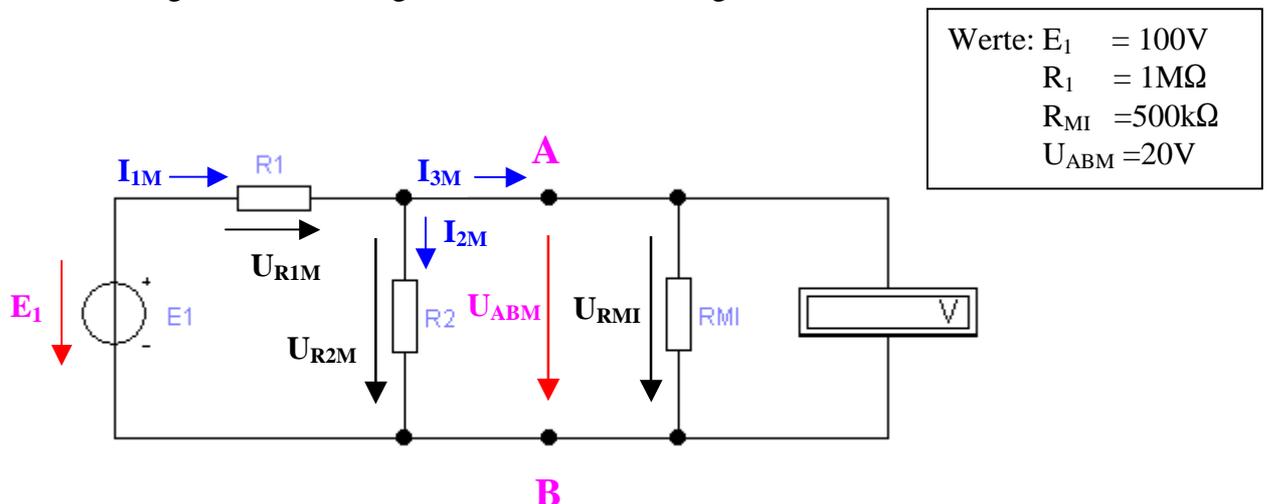
#### Belasteter Spannungsteiler

Bei der Spannungsmessung an elektrischen- und elektronischen Schaltungen kann es zu Verfälschungen des Meßergebnisses durch die Einwirkung des Innenwiderstandes des Meßgerätes kommen. Für die Aufgaben werden die Parameter des im Praktikum verwendeten Multitesters HC 1015 verwendet.

An dem gegebenen Spannungsteiler ist der Widerstand  $R_2$  unbekannt. Da die Schaltung in Harz eingegossen ist und nur die Anschlüsse A und B zugänglich sind, muß die Bestimmung des Widerstandswertes über die Spannung an den Anschlüssen A und B erfolgen.

An der folgenden Schaltung soll der Widerstand  $R_2$  bestimmt werden. Dabei soll die Spannung an den Anschlüssen A und B mit einem Meßinstrument von  $10 \text{ k}\Omega/\text{V}$  (Meßwerk:  $250 \text{ mV}/100\mu\text{A}$  -  $R_i=2,5 \text{ k}\Omega$ ) im Meßbereich  $50\text{V}$  gemessen werden. Dabei ist der Innenwiderstand des Meßinstrumentes  $R_{MI}=10\text{k}\Omega/\text{V} \cdot 50\text{V}=500 \text{ k}\Omega$ .

Alle Berechnungen auf 3 Stellen genau. Die 4. Stelle darf gerundet werden.



Wie hoch ist der Wert des Widerstandes  $R_2$ ?

a) Wie groß ist der Wert des Ersatzwiderstandes  $R_{2\text{ers}}$ .

Hinweis: Berechnung über  $E_1$  und  $R_1$

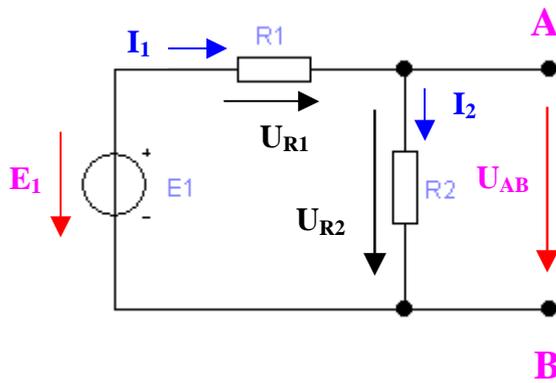
Der Widerstand  $R_{2\text{ers}}$  besteht aus der Zusammenfassung der Parallelschaltung von  $R_2$  und  $R_{MI}$ .

b) Wie groß ist der Wert des Widerstandes  $R_2$ .

Hinweis: Berechnung über  $R_{2\text{ers}}$  und  $R_{MI}$

c) Wie groß sind die Ströme  $I_{1M}$ ,  $I_{2M}$  und  $I_{3M}$

Im Folgenden sollen ideale Werte berechnet werden. Die Schaltung ändert sich wie folgt.



- d) Wie groß sind die Spannung  $U_{AB}$  ohne das Messgerät?  
 e) Wie groß sind die Ströme  $I_1$  und  $I_2$  ohne das Messgerät?

$V =$  ideales Voltmeter (mit dem Widerstand  $\infty$  zu betrachten)

Formeln:

$$\frac{U_{ABM}}{E_1} = \frac{R_{2ers}}{R_1 + R_{2ers}}$$

$$\frac{1}{R_{2ers}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{MI}} \quad \text{daraus folgt} \quad R_{2ers} = \frac{R_2 \cdot R_{MI}}{R_2 + R_{MI}}$$

$$I_{1M} = I_{2M} + I_{3M}$$

$$\frac{U_{AB}}{E_1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{daraus folgt} \quad U_{AB} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot E_1$$

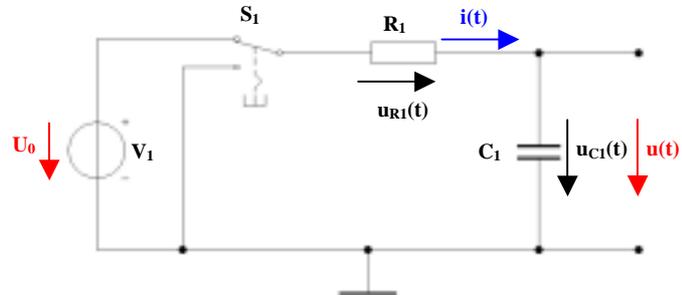
$$U = I \cdot R$$

## Aufgabe 2.

### Schaltverhalten eines RC - Tiefpasses

Gegeben ist folgende Schaltung:

$u(t) = 19,6735V$ für $t=300\mu s$
$U_0 = 50V$
$C_1 = 400nF$



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  $\tau$  und der Widerstand  $R_1$  des RC Tiefpasses sowie der Induktivität  $L_1$  des RL Tiefpasses.

Alle Berechnungen auf 4 Stellen genau. Die 5. Stelle darf gerundet werden.

Aufgabe:

- Welchen Wert hat die Zeitkonstante  $\tau$ , wenn nach der Zeit  $t$  die Spannung  $u(t)$  am Kondensator anliegt?
- Wie hoch ist der Wert des Widerstandes?
- Wie hoch ist der Einschaltstrom  $i(t)$  zum Zeitpunkt  $t=0$  bei der obigen Schaltung?
- Ändern Sie die Schaltung so, daß das gleiche Zeitverhalten  $u(t)$  mit einer Spule und einem Widerstand erreicht wird (Zeichnung der Schaltung ohne Angabe der Werte).
- Wie muß der Wert der Induktivität  $L_1$  gewählt werden, damit bei gleichem Widerstandswert  $R_1$  das selbe Zeitverhalten  $u(t)$  erreicht wird?

Formeln:

$$u(t) = U_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \quad \text{und} \quad i(t) = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{mit} \quad \tau = R_1 \cdot C_1 = \frac{L_1}{R_1}$$

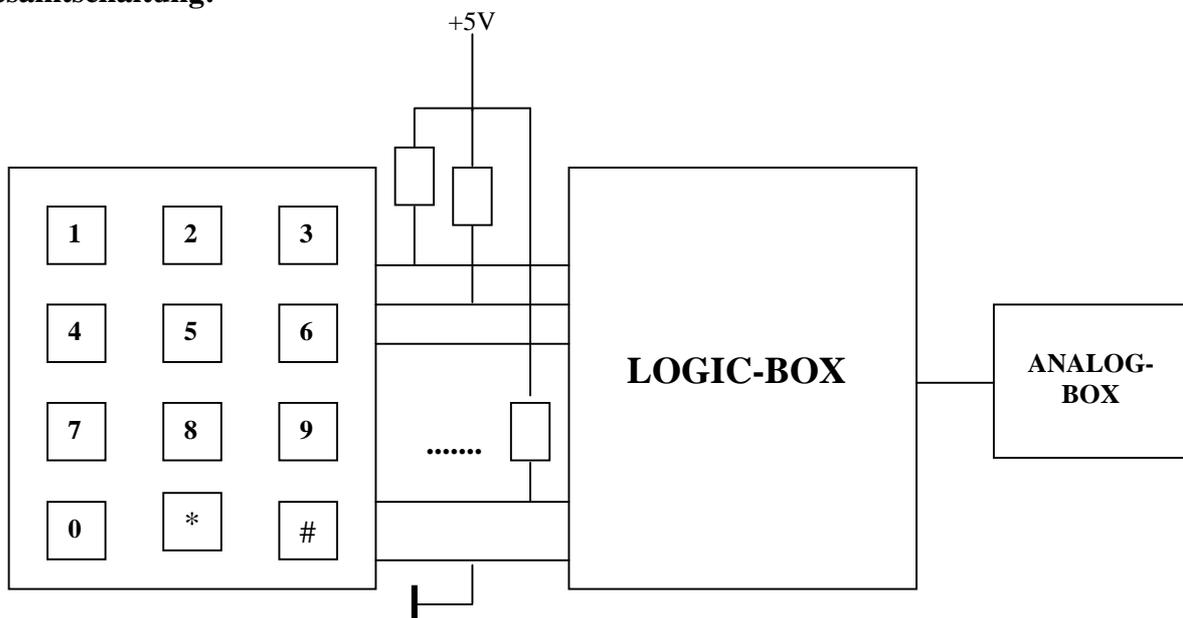
## Teil 2 (2. Semester)

### Aufgabe 3.

#### Code-Schloss

Es ist die Schaltung eines Code-Schlusses gegeben (s. Abbildung). Die Eingänge T1, T2, ..., T12 stellen die Tasten 0, 1, ..., 9, \*, # der Tastatur dar. Alle Tasten sind über Pull-up-Widerstände mit den Eingängen der Logic-Box verbunden. Jede nichtgedrückte Taste liegt dadurch eindeutig auf High-Pegel und nimmt beim Drücken Low-Pegel an. Drei verschiedene Tasten müssen in der richtigen Reihenfolge gedrückt werden, genau dann öffnet sich das Code-Schloss.

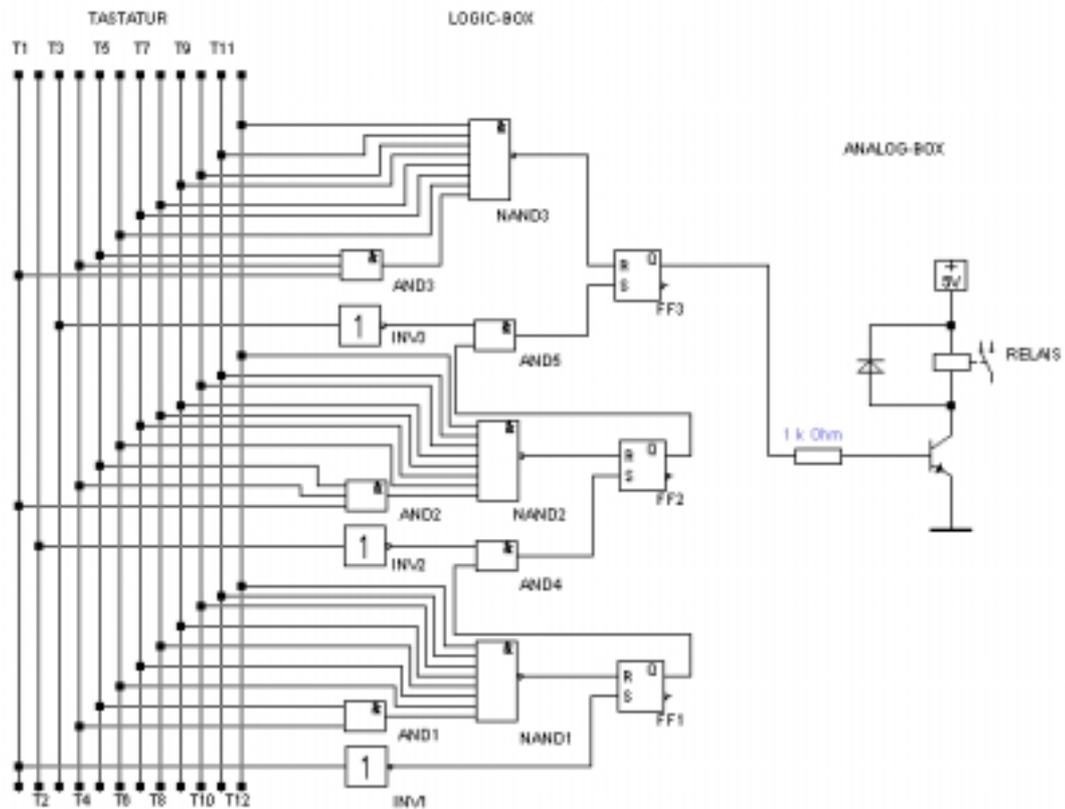
#### Gesamtschaltung:



#### Aufgaben:

- Um welchen Typ von Speichergliedern handelt es sich in der dargestellten Logic-Box? Geben Sie die Boolesche Gleichung für den Ausgang Q des Speichergliedes als Funktion der Eingänge R und S an!
- Beschreiben Sie die Funktionsweise des Code-Schlusses ausführlich!
- Welche Reihenfolge der Tasten ist erforderlich, damit sich das Code-Schloss öffnet?
- Wie lauten die Booleschen Gleichungen für  $S_i$ ,  $R_i$  ( $i = 1, 2, 3$ ) als Funktion der  $T_j$  ( $j = 1, 2, \dots, 12$ )? (Es genügt die Angabe der nichtminimierten Gleichungen!)

# GESAMTSCHALTUNG CODE-SCHLOSS



#### **Aufgabe 4.**

##### **Volladdierer**

Ein Volladdierer bildet die Summe  $S$  und den Übertrag  $D$  aus 3 einstelligen Dualzahlen  $A$ ,  $B$ ,  $C$ .

##### **Aufgaben:**

- a) Stellen Sie die Wertetabelle des Volladdierers auf! Dabei sollen die Spalten in der Reihenfolge  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $S$ ,  $D$  bezeichnet werden.
- b) Bestimmen Sie aus der Wertetabelle die Schaltfunktionen für die Summe  $S$  und den Übertrag  $D$  in der DNF!
- c) Minimieren Sie die Schaltfunktionen der Summe  $S$  und des Übertrags  $D$  mit Hilfe der Booleschen Algebra!
- d) Worin unterscheiden sich Volladdierer und Halbaddierer? Handelt es sich bei der Schaltung des Volladdierers um ein Schaltnetz oder um ein Schaltwerk? Begründen Sie Ihre Antwort!

# Lösung:

## Lösungen Aufgabe 1:

a) Wie groß ist der Wert des Ersatzwiderstandes  $R_{2ers}$ .

$$\frac{U_{ABM}}{E_1} = \frac{R_{2ers}}{R_1 + R_{2ers}} \quad \text{daraus folgt} \quad U_{ABM} (R_1 + R_{2ers}) = E_1 \cdot R_{2ers}$$

$$U_{ABM} \cdot R_1 = (E_1 - U_{ABM}) \cdot R_{2ers}$$

$$R_{2ers} = \frac{U_{ABM} \cdot R_1}{E_1 - U_{ABM}}$$

$$R_{2ers} = \frac{20V \cdot 1M\Omega}{100V - 20V} = \frac{20V \cdot 1M\Omega}{80V} = 0,25M\Omega = 250k\Omega$$

b) Wie groß ist der Wert des Widerstandes  $R_2$ .

$$\frac{1}{R_{2ers}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{MI}} \quad \text{daraus folgt} \quad R_2 = \frac{R_{MI} \cdot R_{2ers}}{R_{MI} - R_{2ers}}$$

$$R_2 = \frac{500k\Omega \cdot 250k\Omega}{500k\Omega - 250k\Omega} = \frac{500k\Omega \cdot 250k\Omega}{250k\Omega} = 500k\Omega$$

c) Wie groß sind die Ströme  $I_{1M}$ ,  $I_{2M}$  und  $I_{3M}$

$$U_{ABM} = I_{2M} \cdot R_2 \quad \text{daraus folgt} \quad I_{2M} = \frac{U_{ABM}}{R_2}$$

$$I_{2M} = \frac{20V}{500k\Omega} = 0,04mA = 40\mu A$$

$$U_{ABM} = I_{3M} \cdot R_{MI} \quad \text{daraus folgt} \quad I_{3M} = \frac{U_{ABM}}{R_{MI}}$$

$$I_{3M} = \frac{20V}{500k\Omega} = 0,04mA = 40\mu A$$

$$I_{1M} = I_{2M} + I_{3M}$$

$$I_{1M} = 40\mu A + 40\mu A = 80\mu A$$

d) Wie groß sind die Spannung  $U_{AB}$  ohne das Messgerät?

$$\frac{U_{AB}}{E_1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{daraus folgt} \quad U_{AB} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot E_1$$

$$U_{AB} = \frac{500k\Omega}{1M\Omega + 500k\Omega} \cdot 100V = \frac{500k\Omega}{1,5M\Omega} \cdot 100V = 0,3333 \cdot 100V = 33,33V$$

e) Wie groß sind die Ströme  $I_1$  und  $I_2$  ohne das Messgerät?

$$E_1 = I_1(R_1 + R_2) \quad \text{und} \quad I_1 = I_2 \quad \text{daraus folgt} \quad I_2 = \frac{E_1}{R_1 + R_2}$$

$$I_1 = I_2 = \frac{100V}{1M\Omega + 500k\Omega} = \frac{100V}{1,5M\Omega} = 0,06666mA = 66,66\mu A$$

## Lösungen Aufgabe 2:

Aufgabe:

- a) Welchen Wert hat die Zeitkonstante  $\tau$ , wenn nach der Zeit  $t$  die Spannung  $u(t)$  am Kondensator anliegt?

$$u(t) = U_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \quad \text{daraus folgt} \quad \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) = \frac{u(t)}{U_0}$$

$$\left(-e^{-\frac{t}{\tau}}\right) = \frac{u(t)}{U_0} - 1 \quad e^{-\frac{t}{\tau}} = 1 - \frac{u(t)}{U_0} \quad -\frac{t}{\tau} = \ln\left(1 - \frac{u(t)}{U_0}\right) \quad \tau = -\frac{t}{\ln\left(1 - \frac{u(t)}{U_0}\right)}$$

$$\tau = -\frac{300\mu\text{s}}{\ln\left(1 - \frac{19,6735\text{V}}{50\text{V}}\right)} = -\frac{300\mu\text{s}}{\ln(1 - 0,3935)} = -\frac{300\mu\text{s}}{\ln(0,6065)} = -\frac{300\mu\text{s}}{-0,500} = 600\mu\text{s}$$

- b) Wie hoch ist der Wert des Widerstandes?

$$\tau = R_1 \cdot C_1 \quad \text{daraus folgt} \quad R_1 = \frac{\tau}{C_1}$$

$$R_1 = \frac{600\mu\text{s}}{400\text{nF}} = \frac{600 \cdot 10^{-6}\text{s}}{400 \cdot 10^{-9} \frac{\text{As}}{\text{V}}} = 1,5 \cdot 10^3 \frac{\text{V}}{\text{A}} = 1,5\text{k}\Omega$$

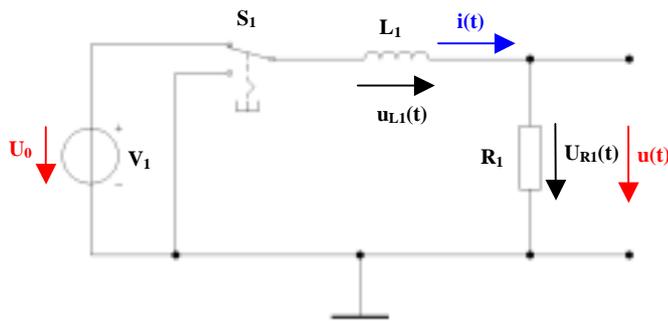
- c) Wie hoch ist der Einschaltstrom  $i(t)$  zum Zeitpunkt  $t=0$  bei der obigen Schaltung?

$$i(t) = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{mit} \quad I_0 = \frac{U_0}{R_1} \quad \text{daraus folgt} \quad i(t) = \frac{U_0}{R_1} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Zum Zeitpunkt  $t=0$  folgt:

$$i(t) = \frac{50\text{V}}{1,5\text{k}\Omega} \cdot e^{-\frac{0\text{s}}{600\mu\text{s}}} = \frac{50\text{V}}{1,5\text{k}\Omega} \cdot e^{-0} = \frac{50\text{V}}{1,5\text{k}\Omega} \cdot 1 = 33,33\text{mA}$$

- d) Ändern Sie die Schaltung so, daß das gleiche Zeitverhalten  $u(t)$  mit einer Spule und einem Widerstand erreicht wird (Zeichnung der Schaltung ohne Angabe der Werte).



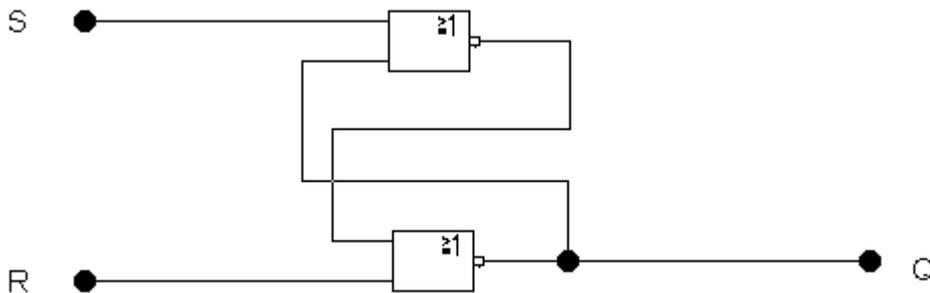
- e) Wie muß der Wert der Induktivität  $L_1$  gewählt werden, damit bei gleichem Widerstandswert  $R_1$  das selbe Zeitverhalten  $u(t)$  erreicht wird?

$$\tau = R_1 \cdot C_1 = \frac{L_1}{R_1} \quad \text{daraus folgt} \quad L_1 = R_1 \cdot \tau$$

$$L_1 = 1,5k\Omega \cdot 600\mu s = 900mH$$

## Lösungen Aufgabe 3:

- a) Bei den Speichergliedern der Logic-Box handelt es sich um RS-FlipFlops.  
Ein RS-FlipFlop kann z.B. aus zwei NOR-Gattern aufgebaut werden, die folgendermaßen miteinander verschaltet werden:



Die Boolesche Gleichung für den Ausgang Q des RS-FlipFlops als Funktion der Eingänge R und S ergibt sich aus der obigen Schaltung zu:

$$Q = (\neg R) * S + (\neg R) * Q$$

- b) Die Betätigung der Taste T1 ( $T1 = 0$ ) setzt das FlipFlop FF1 ( $Q1 = 1$ ). FF1 behält diesen Zustand auch dann, wenn diese Taste wieder losgelassen wird. Gleichzeitig werden die beiden anderen FlipFlops über die NAND-Gatter zurückgesetzt, so dass an den Ausgängen Q2 und Q3 eine logische "0" anliegt. Das Ausgangs-Signal  $Q1 = 1$  des FF1 gibt über das Gatter AND4 den Setzeingang des FlipFlops FF2 frei. Dadurch bewirkt die Betätigung der Taste T2 das Setzen des FlipFlops FF2 ( $Q2 = 1$ ). Das Ausgangs-Signal Q2 führt wieder über das Gatter AND5 zur Freigabe des Setzeingangs von FlipFlop FF3. Bei Betätigung der Taste T3 wird das FlipFlop FF3 gesetzt ( $Q3 = 1$ ). Der Transistor wird durchgeschaltet, und das Relais zieht an.
- c) Die Tasten müssen in der Reihenfolge  $T1 \rightarrow T2 \rightarrow T3$  betätigt werden, damit sich das Code-Schloss öffnet.
- d) Die Booleschen Gleichungen für die  $S_i$ ,  $R_i$  ( $i = 1, 2, 3$ ) als Funktion der  $T_j$  ( $j = 1, 2, \dots, 12$ ) lauten in der nichtminimierten Form:

$$\begin{aligned} \text{FF1:} \quad S1 &= \neg T1 \\ R1 &= \neg \left( \prod_{j=4, 5, \dots, 12} Tj \right) \\ Q1 &= (\neg T1) * \prod_{j=4, 5, \dots, 12} Tj + Q1 * \prod_{j=4, 5, \dots, 12} Tj \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{FF2:} \quad S2 &= Q1 * (\neg T2) \\ R2 &= \neg (T1 * \prod_{j=4, 5, \dots, 12} Tj) \end{aligned}$$

$$Q2 = T1 * Q1 * (\neg T2) * \prod Tj_{(j=4, 5, \dots, 12)} + T1 * Q2 * \prod Tj_{(j=4, 5, \dots, 12)}$$

**FF3:**

$$S3 = Q2 * (\neg T3)$$
$$R3 = \neg (T1 * \prod Tj_{(j=4, 5, \dots, 12)})$$
$$Q3 = T1 * Q2 * (\neg T3) * \prod Tj_{(j=4, 5, \dots, 12)} + T1 * Q3 * \prod Tj_{(j=4, 5, \dots, 12)}$$

## Lösungen Aufgabe 4:

a) Wertetabelle des Volladdierers

A	B	C	S	D
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

b) DNF:

$$S = ((\neg A) * (\neg B) * C) + ((\neg A) * B * (\neg C)) + (A * (\neg B) * (\neg C)) + (A * B * C)$$

$$D = ((\neg A) * B * C) + (A * (\neg B) * C) + (A * B * (\neg C)) + (A * B * C)$$

c) Minimierte Schaltfunktionen:

$$S = A \oplus B \oplus C$$

$$D = A * B + B * C + A * C$$

d) Der Halbaddierer unterscheidet sich vom Volladdierer in der Anzahl der Eingänge, der Halbaddierer bildet aus zwei einstelligen Dualzahlen Summe und Übertrag. Bei beiden Addierern handelt es sich um Schaltnetze, d.h. es treten keine Speicherglieder auf.