

# Aufgabenblätter zur Prüfung

Digitaltechnik und Entwurfsverfahren (TI-1)

und

Rechnerorganisation (TI-2)

am 28. März 2022, 10:30 – 12:30 Uhr

- Beschriften Sie bitte gleich zu Beginn jedes Lösungsblatt deutlich lesbar mit Ihrem Namen und Ihrer Matrikelnummer.
- Diese Aufgabenblätter werden nicht abgegeben. Tragen Sie Ihre Lösung deshalb ausschließlich in die für jede Aufgabe vorgesehenen Bereiche der Lösungsblätter ein. Lösungen auf separat abgegebenen Blättern werden nicht gewertet.
- Außer Schreibmaterial sind während der Klausur keine Hilfsmittel zugelassen. Täuschungsversuche durch Verwendung unzulässiger Hilfsmittel führen unmittelbar zum Ausschluss von der Klausur und zur Note „nicht bestanden“.
- Soweit in der Aufgabenstellung nichts anderes angegeben ist, tragen Sie in die Lösungsblätter bitte nur Endergebnisse und Rechenweg ein. Die Rückseiten der Aufgabenblätter können Sie als Konzeptpapier verwenden. Weiteres Konzeptpapier können Sie auf Anfrage während der Klausur erhalten.
- Halten Sie Begründungen oder Erklärungen so kurz und präzise wie möglich. Der auf den Lösungsblättern für eine Aufgabe vorgesehene Platz lässt nicht auf den Umfang einer korrekten Lösung schließen.
- Die Gesamtpunktzahl beträgt 90 Punkte. Zum Bestehen der Klausur sind mindestens 40 Punkte zu erreichen.

***Viel Erfolg und viel Glück!***

## Aufgabe 1    *Schaltfunktionen* (10 Punkte)

Gegeben sei die vollständig definierte Schaltfunktion  $f(w, x, y, z)$ :

$$f(w, x, y, z) = (\overline{w} \vee \overline{y}) (x \vee y \vee w) (w \vee \overline{x} \vee \overline{z}) (\overline{x} \vee \overline{y} \vee \overline{z})$$

1. Tragen Sie die Nullstellen der Schaltfunktion  $f(w, x, y, z)$  in das im Lösungsblatt vorbereitete KV-Diagramm ein. 3 P.
2. Geben Sie alle Primimplikanten von  $f$  an. Kennzeichnen Sie, bei welchen Primimplikanten es sich um Kernprimimplikanten handelt. 2 P.
3. Geben Sie eine disjunktive Minimalform (DMF) von  $f(w, x, y, z)$  an. 1 P.
4. Überführen Sie die DMF in ein Schaltnetz, in dem alle Eingangsvariablen nur bejaht zur Verfügung stehen und nur NOR-Gatter verwendet werden. 4 P.

**Aufgabe 2** Laufzeiteffekte

(8 Punkte)

Gegeben ist das in Abbildung 1 dargestellte Schaltnetz. NAND- und NOR-Gatter haben eine Totzeit von  $5ns$ , das OR-Gatter eine Totzeit von  $3ns$  und die Inverter eine Totzeit von  $2ns$ . Die Eingangsvariablen  $a$ ,  $b$  und  $c$  wechseln zum Zeitpunkt  $t = 0$  *gleichzeitig* von 0 auf 1.

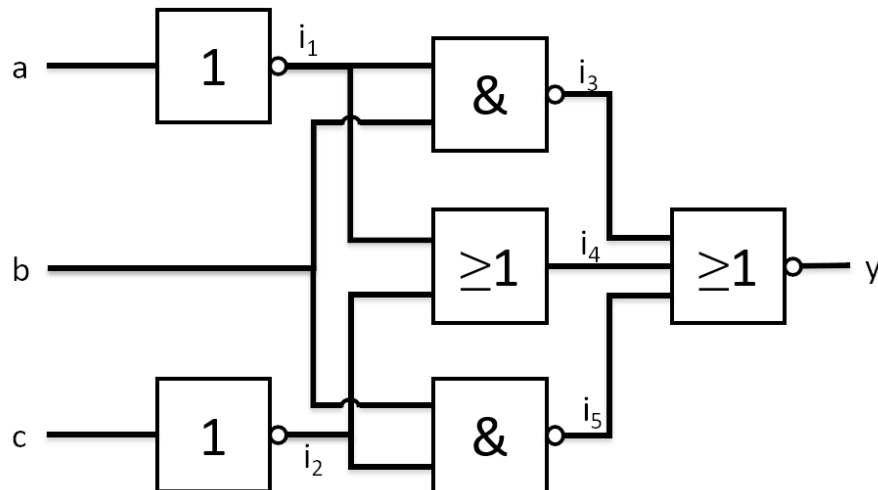


Abbildung 1: Schaltnetz

1. Geben Sie die Verläufe der Signale  $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$ ,  $i_4$ ,  $i_5$  und  $y$  an, indem Sie das im Lösungsblatt angegebene Zeitdiagramm vervollständigen. 4 P.
2. Tritt im Zeitverlauf ein Hazardfehler auf? Falls ja, um welchen Typ handelt es sich? Begründen Sie Ihre Antwort. 4 P.

**Aufgabe 3**    *Boolesche Algebra*

(11 Punkte)

1. Beweisen Sie durch schaltalgebraische Umformungen die Gültigkeit des Assoziativgesetzes für den zweistelligen Äquivalenzoperator:

|      |
|------|
| 3 P. |
|------|

$$(a \leftrightarrow b) \leftrightarrow c = a \leftrightarrow (b \leftrightarrow c)$$

2. Zeigen Sie mit Hilfe der Regeln der booleschen Algebra, dass für drei boolesche Variablen  $a$ ,  $b$  und  $c$  gilt:

|      |
|------|
| 3 P. |
|------|

$$a \leftrightarrow b \leftrightarrow c = a \nleftrightarrow b \nleftrightarrow c$$

Äquivalenz und Antivalenz sind assoziative Verknüpfungen, deswegen wurden die Klammern weggelassen.

3. Zeigen Sie, dass das Operatorensystem  $\{\rightarrow, 0\}$  vollständig ist.

|      |
|------|
| 5 P. |
|------|

**Aufgabe 4**    *Schaltwerke*

(6 Punkte)

In Tabelle 1 ist die kodierte Ablaufabelle eines synchronen Schaltwerks dargestellt. Das Schaltwerk hat eine Eingangsvariable  $x^t$  und vier Zustände, die durch die Zustandsvariablen  $q_1^t, q_0^t$  dual kodiert sind. Zur Speicherung der Zustandsvariablen  $q_0$  soll ein JK-Flipflop verwendet werden, während  $q_1$  mit einem D-Flipflop realisiert werden soll.

| $q_0^t$ | $q_1^t$ | $x^t$ |  |  | $q_0^{t+1}$ | $q_1^{t+1}$ |
|---------|---------|-------|--|--|-------------|-------------|
| 0       | 0       | 0     |  |  | 1           | 0           |
| 0       | 0       | 1     |  |  | 1           | 1           |
| 0       | 1       | 0     |  |  | 0           | 0           |
| 0       | 1       | 1     |  |  | 0           | 1           |
| 1       | 0       | 0     |  |  | 0           | 0           |
| 1       | 0       | 1     |  |  | 1           | 0           |
| 1       | 1       | 0     |  |  | 1           | 0           |
| 1       | 1       | 1     |  |  | 0           | 1           |

Tabelle 1: Kodierte Ablaufabelle des Automaten

1. Tragen Sie die Ansteuerfunktionen der Flipflops in die Tabelle ein und geben Sie die dazugehörigen disjunktiven Minimalformen(DMF) an. 3 P.
2. Zeichnen Sie das Schaltwerk. 3 P.

**Aufgabe 5** *Rechnerarithmetik*

(10 Punkte)

1. Geben Sie  $-\frac{1}{4}$  unter Verwendung des 32-Bit IEEE-754 Gleitkomma-Formats an. Ist die Darstellung exakt? 2 P.
2. Gegeben seien die Zahlen  $s = 0xBF D3$ ,  $t = 0xAB12$  und  $u$  als 16-Bit unsigned Hexadezimalzahlen. Berechnen Sie die Differenz  $u = s - t$ . 1 P.
3.  $s = 0xBF D3$ ,  $t = 0xAB12$  und  $u$  werden nun als 16-Bit signed Hexadezimalzahlen als Zweierkomplement interpretiert. Berechnen Sie die Differenz  $u = s - t$ . 1 P.
4. Ein BCD-Addierer für eine Tetrade soll aus zwei 4-Bit-Volladdierern und einem Schaltnetz zur Pseudotetraden- und Übertragskorrektur realisiert werden (siehe Abbildung 2). Ergänzen Sie das im Lösungsblatt wiederholt angegebene Schaltbild. 3 P.

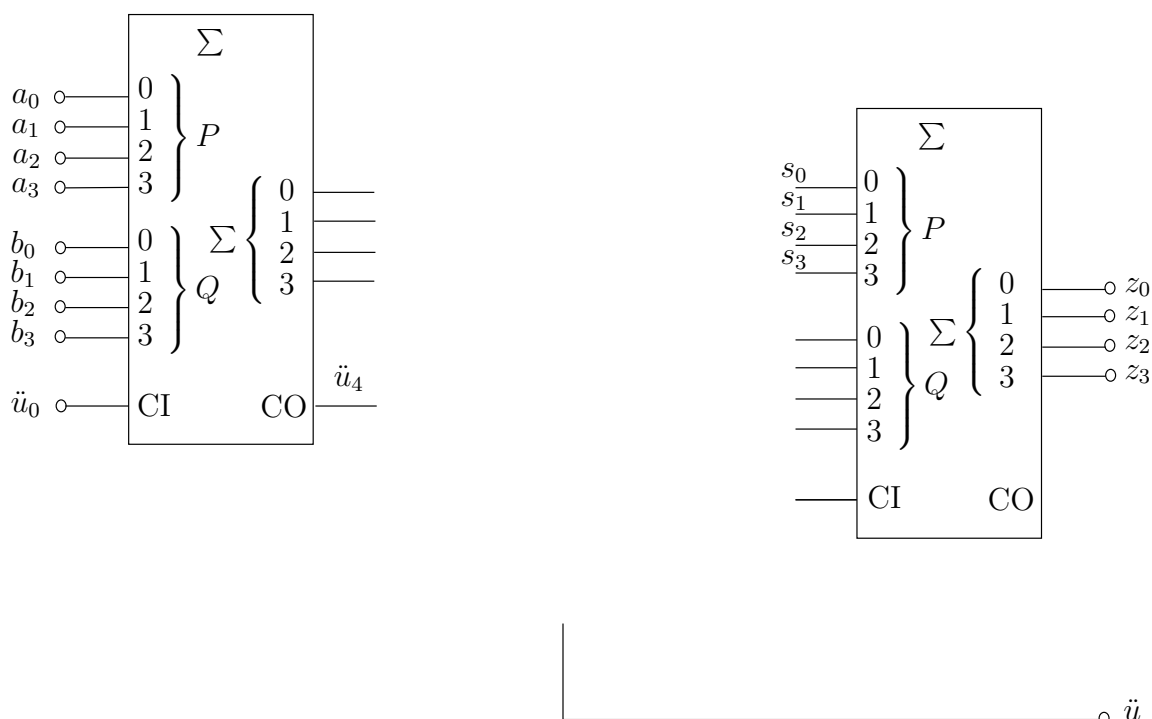


Abbildung 2: BCD-Addierer für eine Tetrade

Dabei stellt  $(s_3s_2s_1s_0)$  das Dual-Ergebnis der Addition der Tetraden  $(a_3a_2a_1a_0)$  und  $(b_3b_2b_1b_0)$  dar;  $\ddot{u}_4$  ist der sich dabei ergebende Übertrag.  $\ddot{u}$  ist der Übertrag der BCD-Addition der beiden Tetraden.

5. Der Hauptspeicher eines Rechners mit 8-Bit Datenwortbreite unterstützt eine Einzelfehler-Korrektur (Hamming-Code). Aus dem Speicher erhält man die beiden Codewörter:

3 P.

- Codewort 1: **0 1 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0**
- Codewort 2: **1 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1**

Prüfen Sie beide Codewörter auf Fehler, die beim Übertragen oder Speichern entstanden sein könnten und korrigieren Sie diese (falls vorhanden). Geben Sie die zugehörigen Datenwörter an.

# Lösungsblätter zur Klausur

Digitaltechnik und Entwurfsverfahren (TI-1)

und

Rechnerorganisation (TI-2)

am 28. März 2022, 10:30 – 12:30 Uhr

|       |          |                 |
|-------|----------|-----------------|
| Name: | Vorname: | Matrikelnummer: |
|-------|----------|-----------------|

| Digitaltechnik und Entwurfsverfahren (TI-1) |                |
|---------------------------------------------|----------------|
| Aufgabe 1                                   | von 10 Punkten |
| Aufgabe 2                                   | von 8 Punkten  |
| Aufgabe 3                                   | von 11 Punkten |
| Aufgabe 4                                   | von 6 Punkten  |
| Aufgabe 5                                   | von 10 Punkten |
| Rechnerorganisation (TI-2)                  |                |
| Aufgabe 6                                   | von 8 Punkten  |
| Aufgabe 7                                   | von 10 Punkten |
| Aufgabe 8                                   | von 10 Punkten |
| Aufgabe 9                                   | von 9 Punkten  |
| Aufgabe 10                                  | von 8 Punkten  |

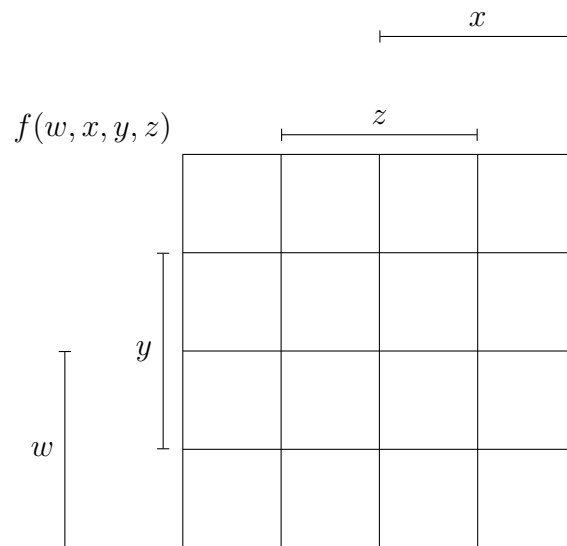
|                  |  |
|------------------|--|
| Gesamtpunktzahl: |  |
|------------------|--|

|  |       |
|--|-------|
|  | Note: |
|--|-------|



## Aufgabe 1 *Schaltfunktionen*

1. KV-Diagramm:



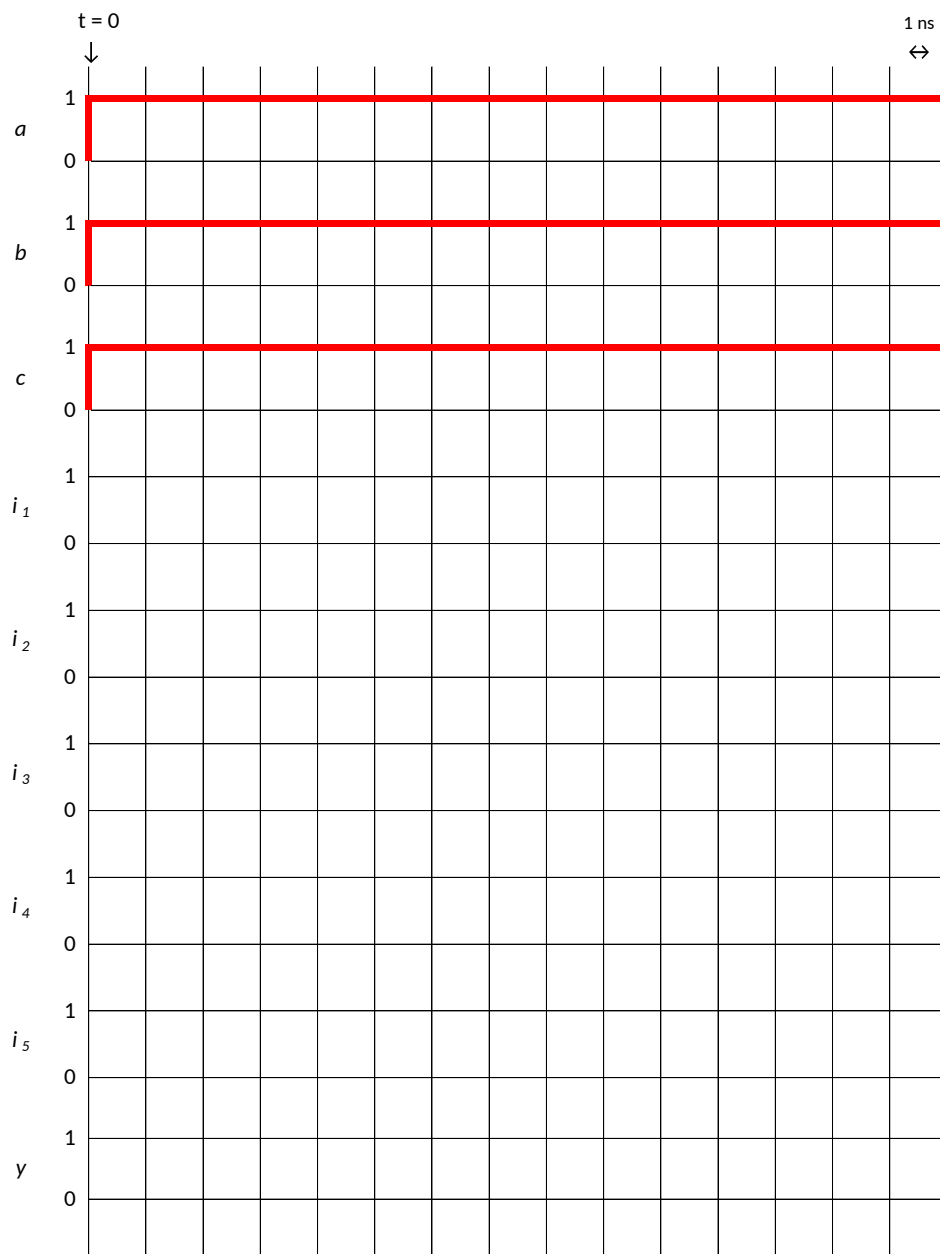
2. Primimplikanten und Kernprimimplikanten  $f(w, x, y, z)$ :

3. Disjunktive Minimalform (DMF) von  $f(w, x, y, z)$ :

4. Schaltnetz mit NOR-Gatter:

## Aufgabe 2 *Laufzeiteffekte*

1. Verlauf der Signale:



*Name:*

*Vorname:*

*Matr.-Nr.:*

4

2. Hazardfehler (falls ja, Analyse):

Name:

Vorname:

Matr.-Nr.:

5

### Aufgabe 3    *Boolesche Algebra*

1.  $(a \leftrightarrow b) \leftrightarrow c = a \leftrightarrow (b \leftrightarrow c)$ :

2.  $a \leftrightarrow b \leftrightarrow c = a \nleftrightarrow b \nleftrightarrow c$ :

*Name:*

*Vorname:*

*Matr.-Nr.:*

6

3. Vollständiges Operatorensystem  $\{\rightarrow, 0\}$ :

- Negation:

- Konjunktion:

- Disjunktion:

## Aufgabe 4 *Schaltwerke*

1. DMF der Ansteuerfunktionen:

| Zustand |         | Eingabe | Folgezustand |             | Ansteuerfunktionen der Flipflops |         |         |
|---------|---------|---------|--------------|-------------|----------------------------------|---------|---------|
| $q_0^t$ | $q_1^t$ | $x^t$   | $q_0^{t+1}$  | $q_1^{t+1}$ | $J_0^t$                          | $K_0^t$ | $D_1^t$ |
| 0       | 0       | 0       | 1            | 0           |                                  |         |         |
| 0       | 0       | 1       | 1            | 1           |                                  |         |         |
| 0       | 1       | 0       | 0            | 0           |                                  |         |         |
| 0       | 1       | 1       | 0            | 1           |                                  |         |         |
| 1       | 0       | 0       | 0            | 0           |                                  |         |         |
| 1       | 0       | 1       | 1            | 0           |                                  |         |         |
| 1       | 1       | 0       | 1            | 0           |                                  |         |         |
| 1       | 1       | 1       | 0            | 1           |                                  |         |         |

*Name:*

*Vorname:*

*Matr.-Nr.:*

8

2. Schaltung des Schaltwerks:

## Aufgabe 5    *Rechnerarithmetik*

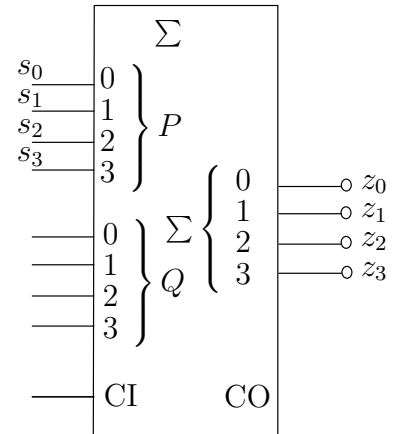
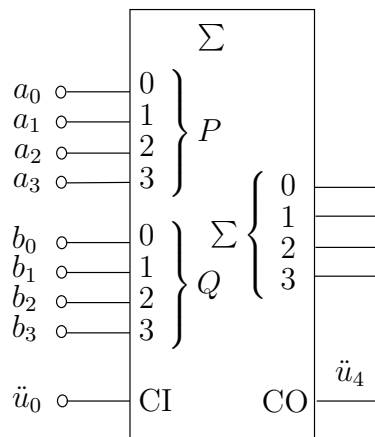
1.  $-\frac{1}{4}$  als 32-Bit IEEE-754 Gleitkomma:

2. unsigned  $u$ :

3. signed  $u$ :



## 4. BCD-Addierer für eine Tetrade:



*Name:*

*Vorname:*

*Matr.-Nr.:*

11

5. Fehler und Datenwörter: