

---

# Online-Klausur

---

Name: ..... Matrikelnummer: .....

Studiengang: ..... Unterschrift: .....

Bearbeitungszeit: 90 Minuten

Gesamtpunktzahl: 60 Punkte

1. Verwenden Sie einen nicht netzwerkfähigen Taschenrechner!
  2. Ein ein beidseitig handgeschriebenes DIN A 4 Formelblatt ist zulässig!
  3. Verwenden Sie keinen Bleistift oder Rotstift!
  4. Unleserliche Angaben werden nicht gewertet!
  5. Verwenden Sie den Notizbogen für Nebenrechnungen!
  6. Geben Sie den Rechenweg klar strukturiert und leserlich an!
  7. Lösungen ohne Angabe des Rechenwegs werden nicht gewertet!
  8. Nur Lösungen in den Lösungsfeldern werden gewertet!  
Nutzen Sie ggf. die Lösungsboxen der englischen Version!

# Online-Examination

---

Name: ..... Student number: .....

Branch of studies: ..... Signature: .....

Working time: 90 Minutes

Total points: 60 Points

1. Use a pocket calculator without network capabilities!
2. Use a double sided hand-written DIN A 4 formulary!
3. Do not use lead pen or red ink!
4. Unreadable sections are not assessed!
5. Use the additional sheets for side calculatipons!
6. Give your solutions clearly structured and readable!
7. Solutions without calculation path are not assessed!
8. Solutions will be assessed only if given in the text boxes!  
Use the text boxes of the german version if required!

## Eidesstattliche Versicherung

### Persönliche Angaben

Name: \_\_\_\_\_  
(Last name)

Vorname: \_\_\_\_\_  
(First name)

Matrikelnummer: \_\_\_\_\_  
(Student-ID)

Studiengang: \_\_\_\_\_  
(Program)

### Angaben zur Prüfung

Name der Prüfung: \_\_\_\_\_  
(Title of the exam)

Prüfer: \_\_\_\_\_  
(Examiner)

Prüfungsdatum: \_\_\_\_\_  
(Exam date)

Sehr geehrte Damen und Herren,

hiermit versichere ich an Eides statt, dass ich die oben bezeichnete Leistung selbstständig und ohne unzulässige fremde Hilfe sowie ohne Heranziehung nicht zugelassener Hilfsmittel bearbeitet habe. Mir ist bewusst, dass der Verstoß gegen prüfungsrechtliche Regelungen über die Täuschung bei der Erbringung von Prüfungsleistungen eine Ordnungswidrigkeit darstellt und die Abgabe einer unrichtigen Versicherung an Eides statt als Straftat geahndet wird.

To whom it may concern,

I declare in lieu of an oath that I have worked on the above-mentioned assessment independently and without unauthorized assistance. I also confirm that I have not used any non-permissible resources. I am aware that the violation of examination regulations on cheating during examinations constitutes an administrative offense. I am also aware that making a false declaration in lieu of an oath is punished as a criminal offense.

Ort, Datum: \_\_\_\_\_  
(Place, date)

Unterschrift: \_\_\_\_\_  
(Signature)

## Aufgabe 1: Digitale Arithmetik (20 Punkte)

Gegeben seien die Werte  $x_1 = +AB, 18_{16}$  and  $x_2 = -171_{10}$ . Verwenden Sie für die Aufgaben acht Vor- und acht Nachkommastellen, sofern diese nicht durch das Format vorgegeben sind!

1. Transformieren Sie  $x_1$  mit dem mod. Horner Schema in das Binärsystem. (5 Punkte)

<p>Vorkommastellen:</p> <pre style="font-family: monospace; color: red;"> AB div 2 = 55 Rest 1 55 div 2 = 2A Rest 1 2A div 2 = 15 Rest 0 15 div 2 = A Rest 1 A div 2 = 5 Rest 0 5 div 2 = 2 Rest 1 2 div 2 = 1 Rest 0 1 div 2 = 0 Rest 1           </pre> <p>Ergebnis: 1010 1011,0001 1000<sub>2</sub></p>	<p>Nachkommastellen: Rechenvorgang:</p> <pre style="font-family: monospace; color: red;"> 0,18<sub>16</sub> · 2 = 0000,0001 1000<sub>2</sub> &lt;&lt; 1               = 0000,0011 0000<sub>2</sub>               = 0,30<sub>16</sub>  0,18 · 2 = 0,30  Ganzzahl 0 0,30 · 2 = 0,60  Ganzzahl 0 0,60 · 2 = 0,C0  Ganzzahl 0 0,C0 · 2 = 1,80  Ganzzahl 1 0,80 · 2 = 1,00  Ganzzahl 1 0,00           </pre>
--	---

2. Addieren Sie  $x_1$  und  $x_2$  im Einerkomplement-Kode. (5 Punkte)

Achtung, zusätzliche Stellen nötig, da  $x_1$  eine positive Zahl ist und bei acht Vorkommastellen eine führende Eins aufweist.

```

x1,EK = 0 1010 1011,0001 1000
x2,EK = 0 1010 1011,0000 0000

          0 1010 1011,0001 1000
        + 1 0101 0100,1111 1111
        -----
        1 0 0000 0000,0001 0111
        +                               1  end-around carry
        -----
          0000 0000,0001 1000
          
```

Ergebnis: 0000 0000,0001 1000<sub>EK</sub>

Korrektheitsbetrachtung: Das Ergebnis ist korrekt, da ein positiver und ein negativer Wert verrechnet werden. Daher kann der Wertebereich nie verlassen werden (overflow).

## Digital Arithmetics

(20 Points)

Given the decimal values  $x_1 = +AB, 18_{16}$  and  $x_2 = -171_{10}$ . Use eight pre-decimal and eight decimal places for the exercises if not already defined by the format.

1. Transform  $x_1$  to the binary number system using the mod. Horner algorithm. (5 Points)

2. Add  $x_1$  and  $x_2$  with One's complement code.

(5 Points)

3. Multiplizieren Sie  $x_1$  und  $x_2$  im Zweierkomplement. Rechnen Sie zunächst (10 Punkte) mit den Beträgen und bestimmen dann das Vorzeichen. Verwenden Sie so viele Stellen wie nötig. Geben Sie alle Rechenschritte genau an.

1. Multiplikation der Beträge im Binärcode.

$$\begin{array}{r}
 \underline{1010\ 1011,0001\ 1000} \cdot 1010\ 1011 \\
 1010\ 1011,0001\ 1000 \\
 1\ 0101\ 0110,0011\ 0000 \\
 101\ 0101\ 1000,1100\ 0000 \\
 1\ 0101\ 0110\ 0011,0000\ 0000 \\
 101\ 0101\ 1000\ 1100,0000\ 0000 \\
 \underline{11\ 2132\ 2222\ 2211,1110\ 0000} \\
 0111\ 0010\ 0100\ 1001,0000\ 1000
 \end{array}$$

Der Übertrag ist in grau dargestellt. Da die Anzahl der Stellen nicht begrenzt ist, entfällt die Prüfung auf Überlauf und Gültigkeit. Es kann kein Überlauf entstehen und das Ergebnis ist gültig.

2. Bestimmung des Vorzeichens:

Die Multiplikation einer positiven mit einer negativen Zahl ergibt eine negative Zahl. Da der Binärcode keine negativen Zahlen darstellen kann, muss die Zahl transformiert werden.

3. Darstellung im Zweierkomplement:

$$-0111\ 0010\ 0100\ 1001,0000\ 1000_2 = 1000\ 1101\ 1011\ 0110,1111\ 1000_{ZK}$$

4. Ergebnis:  $1000\ 1101\ 1011\ 0110,1111\ 1000_{ZK}$

3. Multiply  $x_1$  and  $x_2$  with Two's complement. First multiply the absolutes (10 Points) and then determine the sign. Use as much positions as needed. Give all steps of computation in detail.

**Aufgabe 2: Boole'sche Algebra (20 Punkte)**

Gegeben sei folgender 3-Bit Zweierkomplement nach 3-Exzess Code Encoder.

$$E_2 = (\overline{Z_2} \vee Z_1 \vee Z_0) \wedge (\overline{Z_2} \vee Z_1 \vee \overline{Z_0}) \wedge (\overline{Z_2} \vee \overline{Z_1} \vee Z_0) \wedge (\overline{Z_2} \vee \overline{Z_1} \vee \overline{Z_0})$$

$$E_1 = (\overline{Z_2} \vee Z_1 \vee Z_0) \wedge (\overline{Z_2} \vee Z_1 \vee \overline{Z_0}) \wedge (Z_2 \vee Z_1 \vee Z_0) \wedge (Z_2 \vee Z_1 \vee \overline{Z_0})$$

$$E_0 = (\overline{Z_2} \vee Z_1 \vee Z_0) \wedge (\overline{Z_2} \vee \overline{Z_1} \vee Z_0) \wedge (Z_2 \vee Z_1 \vee Z_0) \wedge (Z_2 \vee \overline{Z_1} \vee Z_0)$$

- a) Optimieren Sie die Funktionen für den Ausgang  $E$  mit Quine-McCluskey (10 Punkte) und geben Sie die Konjunktive Minimalform an.

Quine'sche Tabelle

0. Ordnung ( $E_2$ ):

4*	100
5*	101
6*	110
7*	111

Quine'sche Tabelle

0. Ordnung ( $E_1$ ):

0*	000
1*	001
4*	100
5*	101

Quine'sche Tabelle

0. Ordnung ( $E_0$ ):

0*	000
2*	010
4*	100
6*	110

Quine'sche Tabelle

1. Ordnung ( $E_2$ ):

4,5*	10-
4,6*	1-0
5,7*	1-1
6,7*	11-

Quine'sche Tabelle

1. Ordnung ( $E_1$ ):

0,1*	00-
0,4*	-00
1,5*	-01
4,5*	10-

Quine'sche Tabelle

1. Ordnung ( $E_0$ ):

0,2*	0-0
0,4*	-00
2,6*	-10
4,6*	1-0

Quine'sche Tabelle

2. Ordnung ( $E_2$ ):

4,5,6,7	1--
4,6,5,7	1--

Quine'sche Tabelle

2. Ordnung ( $E_1$ ):

0,1,4,5	-0-
0,4,1,5	-0-

Quine'sche Tabelle

2. Ordnung ( $E_0$ ):

0,2,4,6	--0
2,4,2,6	--0

Ergebnis:  $E_{2,KMF} = \overline{Z_2}$

Ergebnis:  $E_{1,KMF} = Z_1$

Ergebnis:  $E_{0,KMF} = Z_0$

Überdeckungstabellen sind überflüssig, da die zweiten Ordnungen aller Ausgänge jeweils alle Terme überdecken!

## Boolean algebra and optimization

(20 Points)

Given a 3-bit 3-Excess code to Two's complement code decoder.

$$E_2 = (\overline{Z_2} \vee Z_1 \vee Z_0) \wedge (\overline{Z_2} \vee Z_1 \vee \overline{Z_0}) \wedge (\overline{Z_2} \vee \overline{Z_1} \vee Z_0) \wedge (\overline{Z_2} \vee \overline{Z_1} \vee \overline{Z_0})$$

$$E_1 = (\overline{Z_2} \vee Z_1 \vee Z_0) \wedge (\overline{Z_2} \vee Z_1 \vee \overline{Z_0}) \wedge (Z_2 \vee Z_1 \vee Z_0) \wedge (Z_2 \vee Z_1 \vee \overline{Z_0})$$

$$E_0 = (\overline{Z_2} \vee Z_1 \vee Z_0) \wedge (\overline{Z_2} \vee \overline{Z_1} \vee Z_0) \wedge (Z_2 \vee Z_1 \vee Z_0) \wedge (Z_2 \vee \overline{Z_1} \vee Z_0)$$

- a) Optimize the functions for the output  $E$  with Quine-McCluskey  
and give the minimal product of sums (KMF).

(10 Points)

2. Gegeben sei die Funktion  $Y = (A \vee B \vee C) \wedge (A \vee \bar{B} \vee C)$  (5 Punkte)  
Zeigen Sie durch Shannon-Entwicklung, daß  $B$  don't care ist.

Shannon-Entwicklung von  $Y$  um  $B$ :

$$\begin{aligned} Y &= \{B \wedge ((A \vee 0 \vee C) \wedge (A \vee 1 \vee C))\} \vee \\ &\quad \{\bar{B} \wedge ((A \vee 1 \vee C) \wedge (A \vee 0 \vee C))\} \\ &= \{B \wedge ((A \vee C) \wedge (1))\} \vee \\ &\quad \{\bar{B} \wedge (1 \wedge (A \vee C))\} \\ &= \left\{ B \wedge \left( \underbrace{(A \vee C)}_{\text{Restfunktion 1}} \right) \right\} \vee \\ &\quad \left\{ \bar{B} \wedge \left( \underbrace{(A \vee C)}_{\text{Restfunktion 2}} \right) \right\} \end{aligned}$$

Die Restfunktionen sind identisch. Daher ist  $B$  redundant, also Don't Care.

3. Gegeben sei die Funktion  $Y = (A \vee S) \wedge (B \vee \bar{S})$ . Bestimmen Sie die (5 Punkte)  
Kanonische Disjunktive Normalform durch algebraische Umformung und  
Variablenergänzungen.

Ausmultiplizieren:

$$\begin{aligned} Y &= (A \vee S) \wedge (B \vee \bar{S}) \\ &= (A \wedge B) \vee (A \wedge \bar{S}) \vee (S \wedge B) \vee (S \wedge \bar{S}) \\ &= (A \wedge B) \vee (A \wedge \bar{S}) \vee (S \wedge B) \end{aligned}$$

Für die kanonische Form müssen die Implikanten mit den fehlenden Variablen ergänzt/erweitert werden.

$$\begin{aligned} Y &= (A \wedge B) \vee (A \wedge \bar{S}) \vee (S \wedge B) \\ &= (A \wedge B \wedge S) \vee (A \wedge B \wedge \bar{S}) \vee \\ &\quad (A \wedge B \wedge \bar{S}) \vee (A \wedge \bar{B} \wedge \bar{S}) \vee \\ &\quad (A \wedge B \wedge S) \vee (\bar{A} \wedge B \wedge S) \end{aligned}$$

Doppelte Terme sind redundant und können entfernt werden:

$$\begin{aligned} Y &= (A \wedge B \wedge S) \vee (\bar{A} \wedge B \wedge S) \vee \\ &\quad (A \wedge \bar{B} \wedge \bar{S}) \vee (A \wedge B \wedge \bar{S}) \end{aligned}$$

Das ist die Kanonische Disjunktive Normalform von  $Y$ .

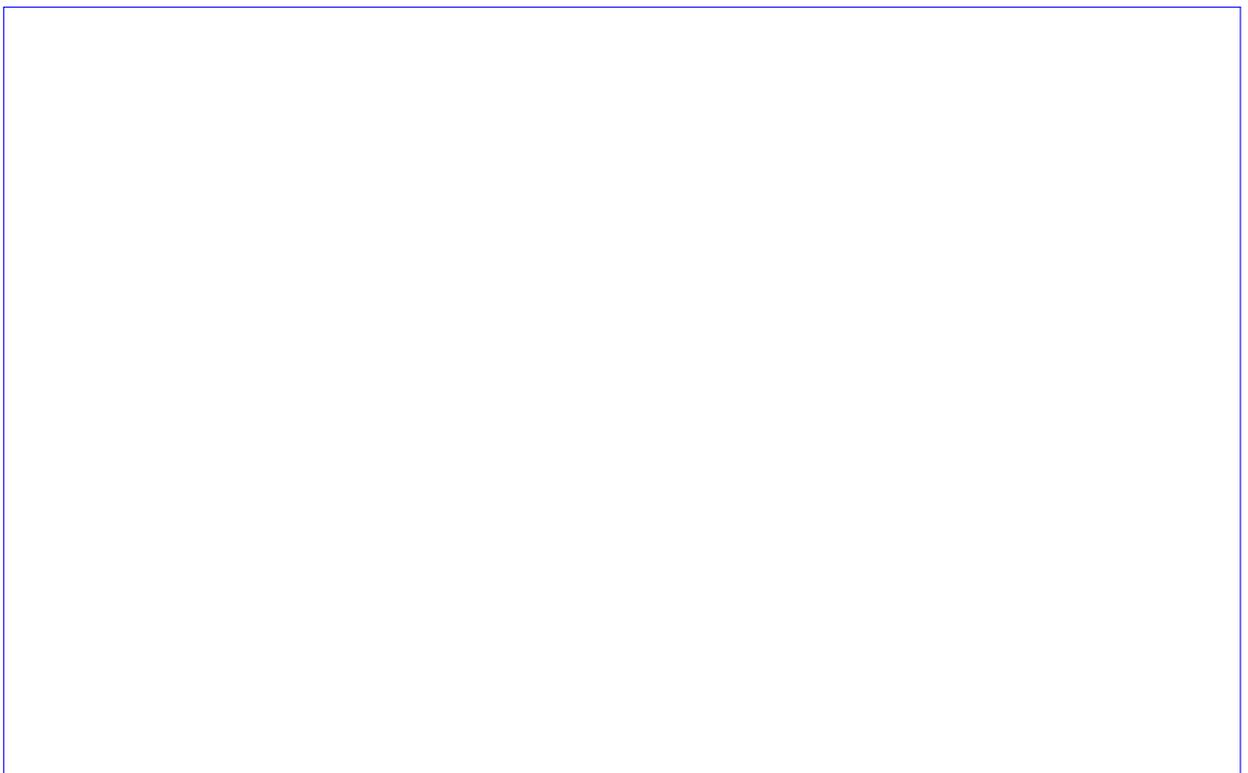
2. Given the function  $Y = (A \vee B \vee C) \wedge (A \vee \bar{B} \vee C)$  (5 Points)

Show that  $B$  is don't care by using the Shannon theorem.



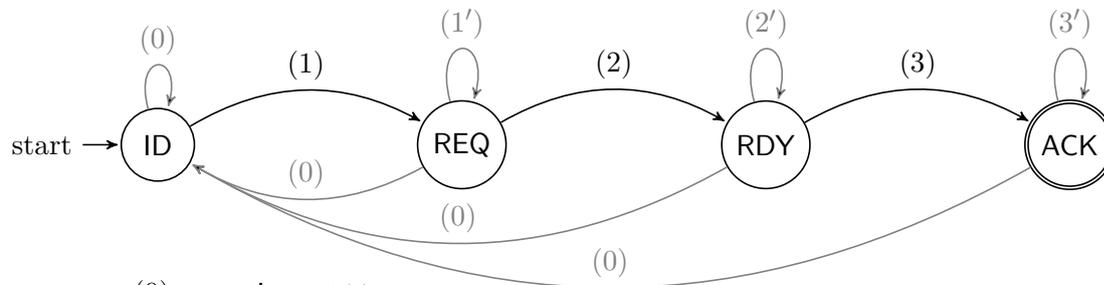
3. Given the function  $Y = (A \vee S) \wedge (B \vee \bar{S})$ . Derive the canonical (5 Punkte)

sum of products from algebraic transformations and expansion of variables.



### Aufgabe 3: Deterministische Automaten (20 Punkte)

Gegeben sei ein deterministischer endlicher Automat für ein vereinfachtes Drei-Wege Handshake Verfahren zur Kommunikation zwischen zwei Knoten  $A$  (Empfänger) und  $B$  (Sender) nach dem TCP-Protokoll.



$$(0) = \text{timeout} \vee \text{res}$$

$$(1) = \text{req}_A \wedge \overline{\text{timeout}} \wedge \overline{\text{res}}$$

$$(2) = \text{rdy}_B \wedge \overline{\text{timeout}} \wedge \overline{\text{res}}$$

$$(3) = \text{ack}_A \wedge \overline{\text{timeout}} \wedge \overline{\text{res}}$$

$$(1') = \overline{\text{rdy}_B} \wedge \overline{\text{timeout}} \wedge \overline{\text{res}}$$

$$(2') = \overline{\text{ack}_A} \wedge \overline{\text{timeout}} \wedge \overline{\text{res}}$$

$$(3') = \overline{\text{timeout}} \wedge \overline{\text{res}}$$

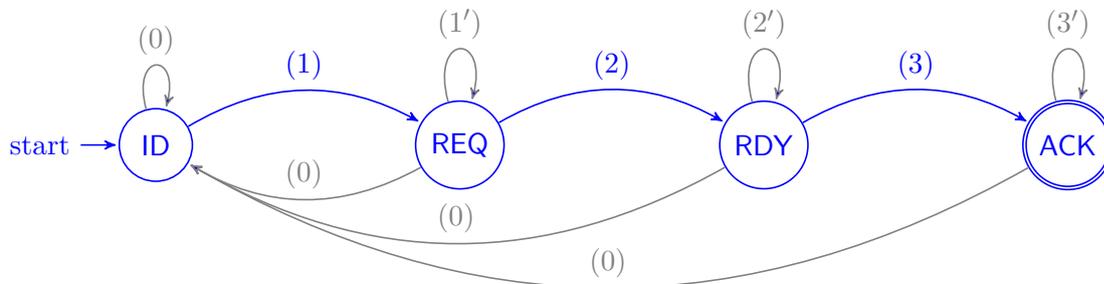
- a) Erstellen Sie die Zustandsübergangstabelle für den gezeigten Automaten. (8 Punkte)  
 Verwenden Sie don't care Zuweisungen, um die Tabelle klein zu halten!

$res$	$timeout$	$req_A$	$rdy_B$	$ack_A$	$S_t$	$S_{t+1}$
1	x	x	x	x	x	ID
x	1	x	x	x	x	ID
0	0	1	x	x	ID	REQ
0	0	0	x	x	ID	ID
0	0	x	1	x	REQ	RDY
0	0	x	0	x	REQ	REQ
0	0	x	x	1	RDY	ACK
0	0	x	x	x	ACK	ACK

## Digitaler Circuit Design

(20 Punkte)

Given a deterministic finite automata for a simplified three-way handshake utilized in a communication of two nodes  $A$  (receiver) and  $B$  (sender) with the TCP-protocol.



$$(0) = \text{timeout} \vee \text{res}$$

$$(1) = \text{req}_A \wedge \overline{\text{timeout}} \wedge \overline{\text{res}}$$

$$(2) = \text{rdy}_B \wedge \overline{\text{timeout}} \wedge \overline{\text{res}}$$

$$(3) = \text{ack}_A \wedge \overline{\text{timeout}} \wedge \overline{\text{res}}$$

$$(1') = \overline{\text{rdy}_B} \wedge \overline{\text{timeout}} \wedge \overline{\text{res}}$$

$$(2') = \overline{\text{ack}_A} \wedge \overline{\text{timeout}} \wedge \overline{\text{res}}$$

$$(3') = \overline{\text{timeout}} \wedge \overline{\text{res}}$$

a) Derive the state-transfer table for the given automata.

(8 Points)

Use don't care assignments to keep the table small!

2. Erstellen Sie eine Zustandskodierungstabelle für den oben dargestellten Automaten. Verwenden Sie dazu eine One-Hot Kodierung. **(4 Punkte)**

Zustandsname	Zustandskodierung $S(3:0)$
ID	1000
REQ	0100
RDY	0010
ACK	0001

3. Erstellen Sie die Wahrheitstabelle und die Zustandsübergangsfunktion in disjunktiver Form. **(8 Punkte)**

$res$	$timeout$	$req_A$	$rdy_B$	$ack_A$	$S_t(3:0)$	$S_{t+1}(3:0)$
1	x	x	x	x	x	1000
x	1	x	x	x	x	1000
0	0	1	x	x	1000	0100
0	0	0	x	x	1000	1000
0	0	x	1	x	0100	0010
0	0	x	0	x	0100	0100
0	0	x	x	1	0010	0001
0	0	x	x	0	0010	0010
0	0	x	x	x	0001	0001

$$S_{t+1}(3) = res \vee timeout \vee \overline{res} \wedge \overline{timeout} \wedge \{ (S_t(3) \wedge \overline{req_A}) \}$$

$$S_{t+1}(2) = \overline{res} \wedge \overline{timeout} \wedge \{ (S_t(3) \wedge req_A) \vee (S_t(2) \wedge \overline{rdy_B}) \}$$

$$S_{t+1}(1) = \overline{res} \wedge \overline{timeout} \wedge \{ (S_t(2) \wedge rdy_B) \vee (S_t(1) \wedge \overline{ack_A}) \}$$

$$S_{t+1}(0) = \overline{res} \wedge \overline{timeout} \wedge \{ (S_t(1) \wedge ack_A) \vee (S_t(0)) \}$$

2. Create a state-encoding table for the shown automata. Use a one-hot encoding. **(4 Points)**



3. Derive the truth table and the state-transfer function as a sum of products. **(8 Points)**

