

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!

Selbstständigkeitserklärung

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)

Hiermit versichere ich, 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 und die Abgabe einer unrichtigen Versicherung geahndet wird.

I declare 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 or a false declaration is punished.

Ort, Datum: _____
(Place, date)

Unterschrift: _____
(Signature)

Aufgabe 1: Digitale Arithmetik (20 Punkte)

1.1 Führen Sie folgende Rechnung im Zweierkomplement-Kode durch.

- a) Nutzen Sie die Eigenschaften des Codes. Rechnen Sie ausführlich! (4 Punkte)
- b) Beurteilen Sie die Korrektheit des Ergebnisses. (4 Punkte)

$$10100,111 - 01011,101$$

Alle folgenden Rechnungen werden im Zweierkomplement-Kode durchgeführt. Der Index ZK wird absichtlich vernachlässigt. Die Subtraktion kann durch eine Addition mit der negativen Zahl ersetzt werden. Dazu ist der invertierte Wert im Zweierkomplement durch bitweises Invertieren plus ein Inkrement zu berechnen.

10100,111	
+ 10100,011	invertierter Wert
101001,110	Übertrag
101001,010	Ergebnis mit Überlauf

Beurteilung des Ergebnisses: Die Rechnung erzeugt einen Überlauf und die Summe zweier negativer Zahlen ergibt hier eine Positive Zahl. Das Ergebnis ist daher ungültig, da das korrekte Ergebnis außerhalb des darstellbaren Wertebereichs liegt. Es kann mit fünf Vorkommastellen nicht dargestellt werden (Überlauf).

1.2 Führen Sie eine Vorzeichenerweiterung der Werte A und B auf acht Vorkomma und acht Nachkommastellen im

- a) Einerkomplement Code durch. (2 Punkte)
- b) Zweierkomplement Code durch. (2 Punkte)

$$A=10100,111 \quad B=01011,101$$

Vorzeichenerweiterung der Werte im Einerkomplement:

$$A = \underline{11110100,11111111}$$

$$B = \underline{00001011,10100000}$$

Vorzeichenerweiterung der Werte im Zweierkomplement:

$$A = \underline{11110100,11100000}$$

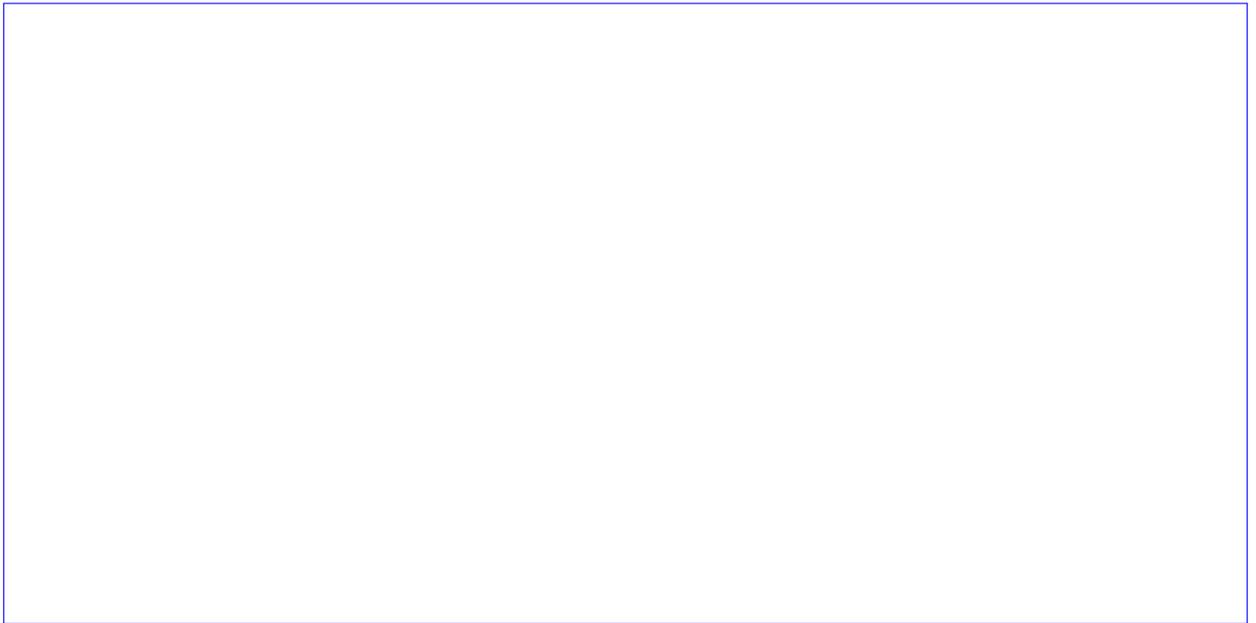
$$B = \underline{00001011,10100000}$$

Exercise 1: Digital Arithmetics**(20 Credits)**

1.1 Perform the following calculation with Two's Complement code.

- a) Use the characteristics of the code. Show all details! **(8 Points)**
b) Assess the correctness of the result. **(2 Points)**

$$10100,111 - 01011,101$$

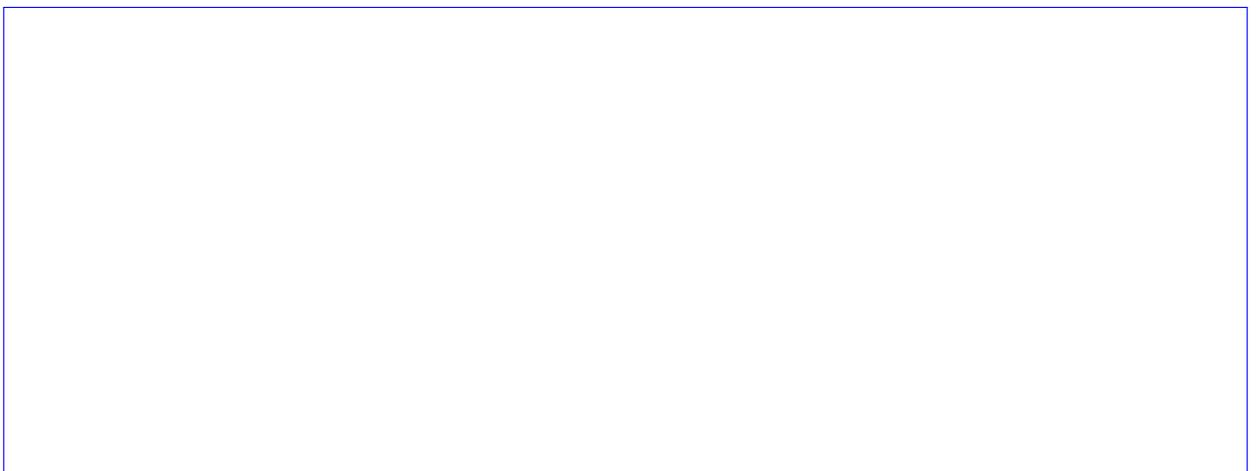


1.2 Perform a sign extension of the values A and B to eight integer and eight fraction positions with

- a) One's Complement code. **(2 Punkte)**
b) Two's Complement code. **(2 Punkte)**

$$A=10100,111$$

$$B=01011,101$$



- 1.3 Transformieren Sie mit die Zahl $\boxed{19,75}$ mit dem Modifizierten Horner Schema vom Dezimalsystem in das Binärsystem. (6 Punkte)
Rechnen Sie ausführlich!

Vorkommastellen $\boxed{19}$:

$$19 \text{ div } 2 = 9 \text{ Rest } 1$$

$$9 \text{ div } 2 = 4 \text{ Rest } 1$$

$$4 \text{ div } 2 = 2 \text{ Rest } 0$$

$$2 \text{ div } 2 = 1 \text{ Rest } 0$$

$$1 \text{ div } 2 = 0 \text{ Rest } 1$$

Nachkommastellen $\boxed{0,75}$:

$$0.75 \cdot 2 = 1,5$$

$$0.5 \cdot 2 = 1,0$$

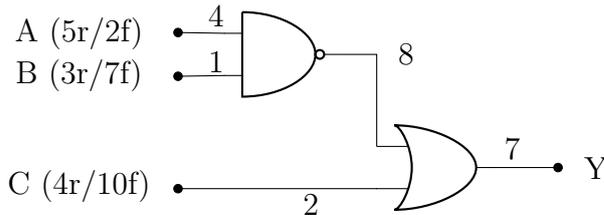
Ergebnis: $19,75 = 10011,11_2$

- 1.3 Transform the number $19,75$ with the Modified-Horner algorithm (6 Points)
from decimal system to binary system.
Show all details of the transformation!

Aufgabe 2: Statische Timinganalyse (20 Punkte)

Gegeben Sei der folgendes Schaltnetz.

Annahme: Die Latenzen der boole'schen Gatter sind für alle Eingänge gleich!



Latenz (schnell, in ps):

Gatter	t_{rr}	t_{rf}	t_{fr}	t_{ff}
NAND	–	19	17	–
OR	18	–	–	20

Latenz (langsam, in ps):

Gatter	t_{rr}	t_{rf}	t_{fr}	t_{ff}
NAND	–	25	21	–
OR	22	–	–	24

2.1 Berechnen Sie die spätesten Ankunftszeit der steigenden und fallenden Flanke am Ausgang. Verwenden Sie die angegebenen Latenzen. (2 Punkte)

Rechnen Sie jeden Pfad ausführlich! (8 Punkte)

Ankunftszeiten Ausgang NAND-Gatter:

$$\begin{aligned}
 5r + 4 + 25rf &= 34f \\
 2f + 4 + 21fr &= 27r \\
 3r + 1 + 25rf &= 29f \\
 7f + 1 + 21fr &= 29r \\
 \max(34f, 29f) &= 34f \\
 \max(27r, 29r) &= 29r
 \end{aligned}$$

Ankunftszeiten Ausgang OR-Gatter:

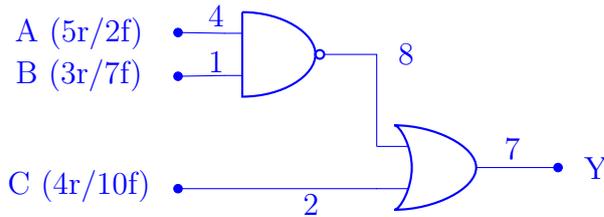
$$\begin{aligned}
 29r + 8 + 22rr &= 59r \\
 34f + 8 + 24ff &= 66f \\
 4r + 2 + 22rr &= 28r \\
 10f + 2 + 24ff &= 36f \\
 \max(59r, 28r) &= 59r \\
 \max(66f, 36f) &= 66f
 \end{aligned}$$

Mit der Leitungslatenz von 7 am Ausgang ergeben sich die spätesten Flanken zu (66r, 73f).

Exercise 2: Static Timing Analysis (20 Points)

Given the following circuit of a full adder to calculate the sum.

Assumption: Latencies of the boolean gates are equal for all inputs.



Latency (fast, in ps):

Gate	t_{rr}	t_{rf}	t_{fr}	t_{ff}
NAND	–	19	17	–
OR	18	–	–	20

Latency (slow, in ps):

Gate	t_{rr}	t_{rf}	t_{fr}	t_{ff}
NAND	–	25	21	–
OR	22	–	–	24

2.1 Calculate the latest arrival times of rising and falling edge at the output. Use the given latencies. **(2 Points)**

Calculate every path in detail! **(8 Points)**

2.1 Fortsetzung

- 2.2 Berechnen Sie die früheste Ankunftszeit der steigenden und fallenden Flanke am Ausgang. Verwenden Sie die angegebenen Latenzen. (2 Punkte)
Rechnen Sie jeden Pfad ausführlich! (8 Punkte)

Ankunftszeiten Ausgang NAND-Gatter:

$$5r + 4 + 19rf = 28f$$

$$2f + 4 + 17fr = 23r$$

$$3r + 1 + 19rf = 23f$$

$$7f + 1 + 17fr = 25r$$

$$\min(28f, 23f) = 23f$$

$$\min(23r, 25r) = 23r$$

Ankunftszeiten Ausgang OR-Gatter:

$$23r + 8 + 18rr = 49r$$

$$23f + 8 + 20ff = 51f$$

$$4r + 2 + 18rr = 24r$$

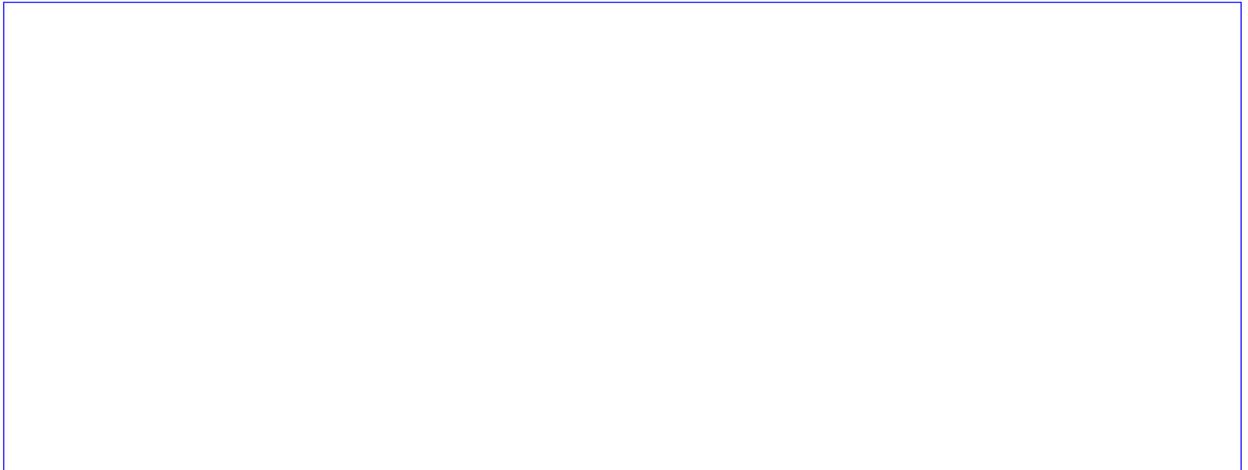
$$10f + 2 + 20ff = 32f$$

$$\min(49r, 24r) = 24r$$

$$\min(51f, 32f) = 32f$$

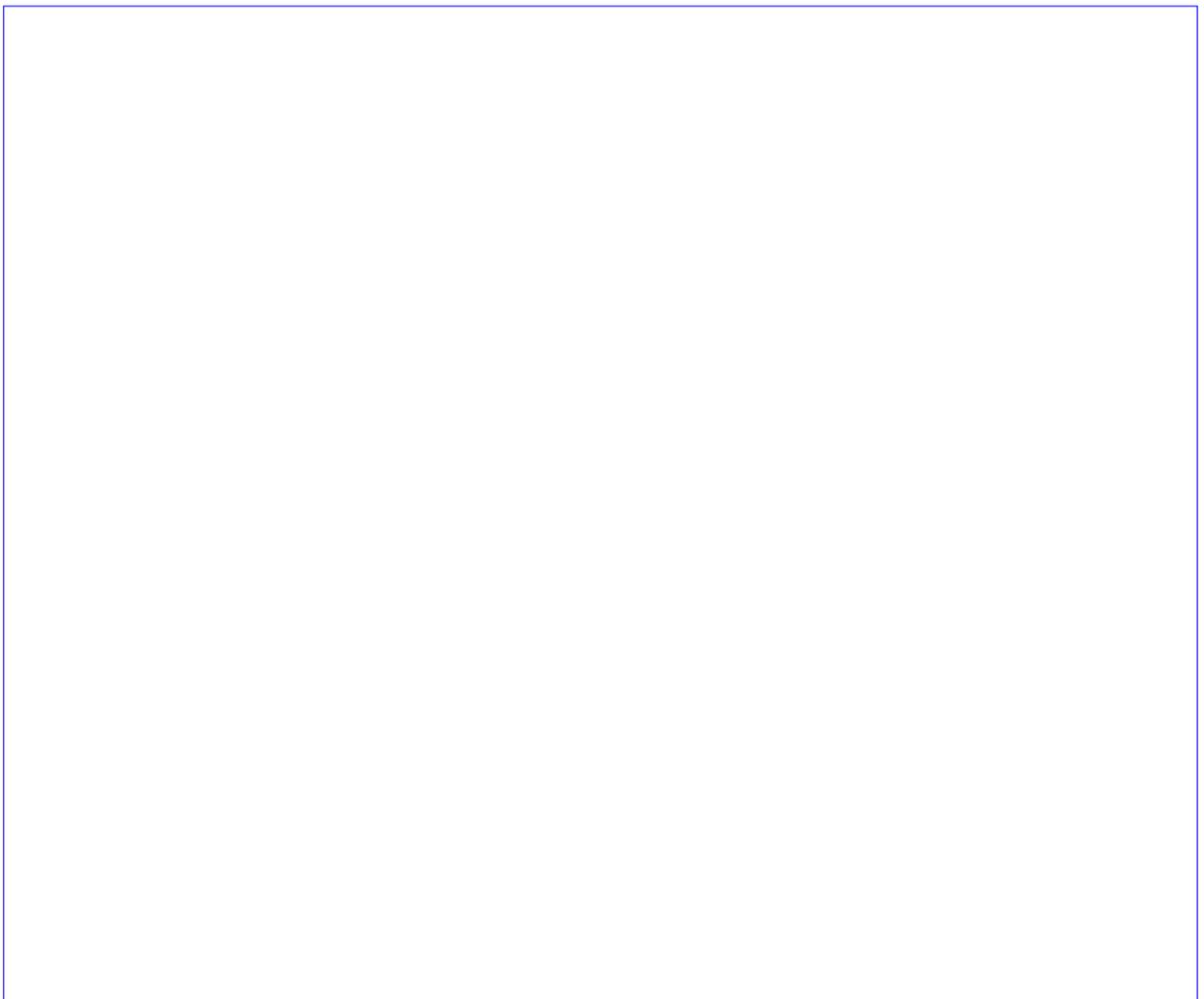
Mit der Leitungslatenz von 7 am Ausgang ergeben sich die frühesten Flanken zu $(31r, 39f)$.

2.1 Continued



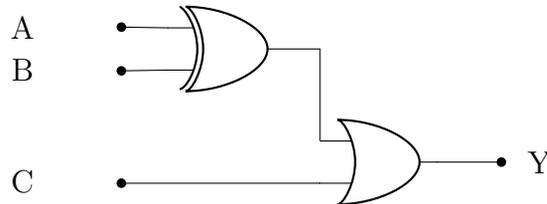
2.2 Calculate the earliest arrival times of rising and falling edge at the output. Use the given latencies. **(2 Points)**

Calculate every path in detail! **(8 Points)**



Aufgabe 3: Bool'sche Algebra

(20 Punkte)



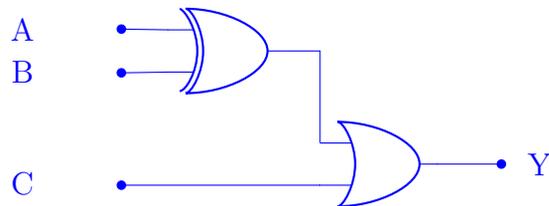
- 3.1 Transformieren Sie den Schaltkreis in das (NAND,NOT)-Operatorensystem. Geben Sie den boole'schen Ausdruck an und nennen Sie das Rechengesetz für jeden Transformationsschritt! **(10 Punkte)**

$$\begin{aligned}
 (A \text{ XOR } B) \vee C &= ((\bar{A} \wedge B) \vee (\bar{B} \wedge A)) \vee C \quad (\text{DNF für XOR}) \\
 &= (\overline{(\bar{A} \wedge B)} \vee \overline{(\bar{B} \wedge A)}) \vee C \quad (\text{doppelte Negation, Identität}) \\
 &= (\overline{(\bar{A} \wedge B)} \vee \overline{(\bar{B} \wedge A)}) \vee C \quad (\text{Regel für NAND}) \\
 &= (\overline{(\bar{A} \wedge B)} \vee \overline{(\bar{B} \wedge A)}) \vee C \quad (\text{doppelte Negation, Identität}) \\
 &= (\overline{(\bar{A} \wedge B)} \wedge \overline{(\bar{B} \wedge A)}) \vee C \quad (\text{Regel von de Morgan}) \\
 &= (\overline{(\bar{A} \wedge B)} \wedge \overline{(\bar{B} \wedge A)}) \vee C \quad (\text{doppelte Negation, Identität}) \\
 &= ((\bar{A} \wedge B) \wedge (\bar{B} \wedge A)) \vee C \quad (\text{Regel für NAND}) \\
 &= (\overline{(\bar{A} \wedge B) \wedge (\bar{B} \wedge A)}) \vee C \quad (\text{doppelte Negation, Identität}) \\
 &= (\overline{(\bar{A} \wedge B) \wedge (\bar{B} \wedge A)}) \wedge \bar{C} \quad (\text{Regel von de Morgan}) \\
 &= (\overline{(\bar{A} \wedge B) \wedge (\bar{B} \wedge A)}) \wedge \bar{C} \quad (\text{Regel für NAND})
 \end{aligned}$$

Alternative Lösungen erhalten bei gleichem Ergebnis, korrekter Umformung und korrekter Nennung der Transformationsregeln ebenfalls volle Punktzahl.

Exercise 3: Boolean Algebra

(20 Points)



3.1 Transform the circuit into the (NAND,NOT)-operator system. **(10 Points)**

Provide all boolean expression and label the algebraic rule

(10 Points)

to every step of the algebraic transformation!

3.2 (Fortsetzung)



3.2 (Fortsetzung)

