

Aufgabenblätter zur Prüfung

Digitaltechnik und Entwurfsverfahren (TI-1)

und

Rechnerorganisation (TI-2)

am 17. August 2020, 9:00 – 11:00 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* (7 Punkte)

Gegeben sei die Schaltfunktion f :

$$f(c, b, a) = \text{MAXt}(0,2,3,4)$$

1. Geben Sie die disjunktive Normalform (DNF) der Schaltfunktion f an. 1 P.
2. Tragen Sie die Schaltfunktion f in das im Lösungsblatt vorbereitete KV-Diagramm ein. Geben Sie alle Primimplikante von f an und zeichnen Sie die zugehörigen Blöcke im KV-Diagramm ein. 3 P.
Geben Sie für jedes Primimplikant an, ob es sich um ein Kernprimimplikant, ein Wahlprimimplikant oder ein entbehrlisches Primimplikant handelt.
Geben Sie eine disjunktive Minimalform (DMF) der Schaltfunktion f an.
3. Die Schaltfunktion f soll mit Hilfe eines 1:8-Demultiplexers und *möglichst wenigen* weiteren Gattern realisiert werden. Geben Sie das zugehörige Schaltnetz an. 1 P.
4. Gesucht ist eine Schaltfunktion $g(d, c, b, a)$. Sie soll folgende Eigenschaften haben:
 - g ist nicht die Nullfunktion
 - g besitzt keine Kernprimimplikante2 P.

Kann eine solche Schaltfunktion g existieren? Falls ja, zeichnen Sie eine Variante von g in das im Lösungsblatt vorbereitete KV-Diagramm ein. Falls nein, begründen Sie Ihre Antwort.

Aufgabe 2 *Schaltfunktionen, CMOS* (10 Punkte)

1. Gegeben sei die Schaltfunktion $g(c, b, a)$:

5 P.

$$g(c, b, a) = \left((\bar{c} \vee \bar{b}) \wedge (\bar{b} \vee \bar{a}) \right) \vee (c \wedge \bar{a})$$

Realisieren Sie die Schaltfunktion $g(c, b, a)$ durch ausschließliche Verwendung von NAND-Gattern mit zwei Eingängen. Die Eingangsvariablen c, b und a liegen *nur* nicht-negiert vor. Wandeln Sie die Schaltfunktion zuerst entsprechend um. Zeichnen Sie das resultierende Schaltbild.

2. Gegeben sei die folgende Schaltfunktion $h(c, b, a)$:

3 P.

$$h(c, b, a) = \text{NAND}_3 \left(\text{NAND}_2(a, b), \text{NAND}_2(a, c), \text{NAND}_2(b, c) \right)$$

Zeichnen Sie die CMOS-Transistorschaltung zu $h(c, b, a)$.

3. Warum ist die in Abbildung 1 dargestellte CMOS-Transistorschaltung für die Realisierung eines Gatters nicht geeignet? Die Negation der Eingangsvariablen a und b können als gegeben angenommen werden.

2 P.

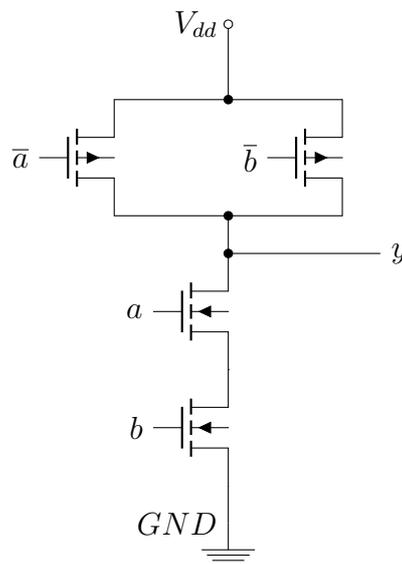


Abbildung 1: CMOS-Transistorschaltung

Aufgabe 3 Laufzeiteffekte

(6 Punkte)

Gegeben ist das in Abbildung 2 dargestellte Schaltnetz. Die beiden Gatter haben jeweils eine Laufzeit von 1 ns. Der Verlauf des Eingangssignals E ist in Abbildung 3 dargestellt.

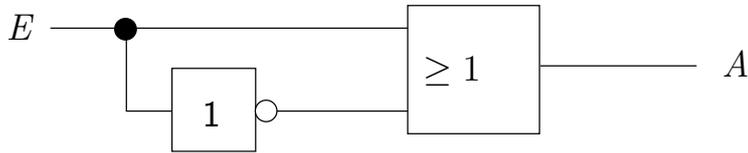


Abbildung 2: Schaltnetz

1. Vervollständigen Sie **im Lösungsblatt** den Verlauf des Ausgangssignals A im Zeitintervall zwischen 3 ns und 12 ns. 2 P.
2. Der Verlauf des Ausgangssignals A weist einen Hasardfehler auf. Welche Art von Hasardfehler ist dies und wodurch ist dieser Fehler bedingt? Begründen Sie Ihre Antwort. 2 P.
3. Zeichnen Sie ein Schaltnetz, das am Ausgang das Signal B erzeugt, wenn das Signal E am Eingang anliegt. Als Gatter stehen Ihnen zwei Inverter und ein NAND-Gatter mit zwei Eingängen zur Verfügung. Die Gatter haben jeweils eine Laufzeit von 1 ns. 2 P.

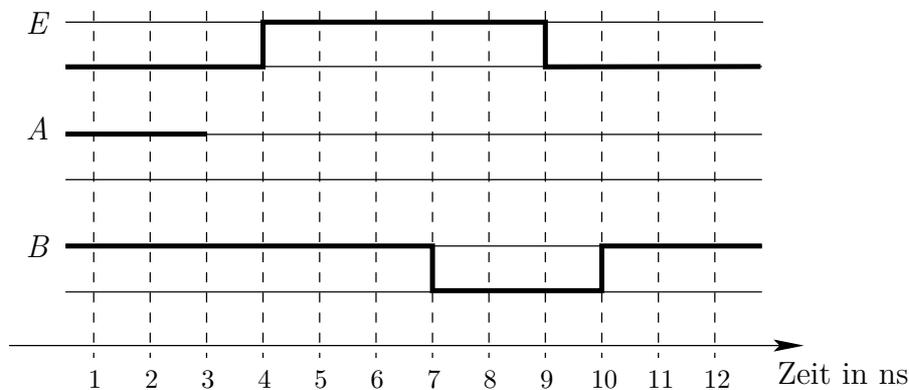


Abbildung 3: Verlauf der Signale E , A und B

Aufgabe 4 *Schaltwerke* (11 Punkte)

1. Was ist der Unterschied zwischen einem Mealy- und einem Moore-Automaten? 1 P.

Es wurde ein Viren-Scanner als synchrones Schaltwerk entworfen, welcher einen binären Eingabestrom (Variable x) auf das Bitmuster (*Virus Signature*) 10X1 überprüft. Dabei steht X für eine 0 oder eine 1.

Beim Erkennen eines derartigen Musters wird eine 1 (Variable y) im nächsten Taktzyklus ausgegeben. Deshalb wurde das Schaltwerk als Moore-Automat realisiert. Ein Beispiel einer Eingabe-Ausgabe-Folge sieht folgendermaßen aus:

t:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	...
x(t):	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	...
y(t):	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	...

2. Geben Sie den Moore-Automatengraphen des Schaltwerks mit minimaler Anzahl an Zuständen an. Bezeichnen Sie den Anfangszustand mit S und die restlichen Zustände mit A, B, C, \dots usw. Vergessen Sie nicht, die Kanten und Knoten Ihres Graphen zu beschriften. 6 P.

In Tabelle 1 ist die kodierte Ablaufabelle eines synchronen 3-Bit-Rückwärtszählers angegeben. Die Zustandsvariablen sind mit a, b und c bezeichnet.

Zustand			Folgezustand		
a^t	b^t	c^t	a^{t+1}	b^{t+1}	c^{t+1}
0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	1	0
1	0	0	0	1	1
1	0	1	1	0	0
1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	1	0

Tabelle 1: Kodierte Ablaufabelle des 3-Bit-Rückwärtszählers.

Die Zustandsvariable a soll in einem D-Flipflop, b in einem JK-Flipflop und c in einem T-Flipflop gespeichert werden. Alle Flipflops sind flankengesteuert und schalten mit positiver Taktflanke.

3. Geben Sie die Ansteuerfunktionen der Flipflops in disjunktiver Minimalform an. 4 P.

Aufgabe 5 Rechnerarithmetik & Codes (11 Punkte)

Eine pfiffige TI-Studierende hat eine platzsparende Darstellung von Fließkommazahlen in einem einzigen Byte entwickelt. Das höchstwertige Bit stellt das Vorzeichen V dar, die vier niedrigstwertigen Bits die Mantisse M und die drei Bits in der Mitte den Exponenten E (siehe Abbildung 4)



Abbildung 4: 8-Bit-Fließkommazahl

Für alle möglichen binären Belegungen ergibt sich der Dezimalwert Z aus der nachstehenden Formel (vgl. IEEE-Fließkommazahl).

$$Z = (-1)^V \cdot 2^{E-3} \cdot 1, M$$

1. Berechnen Sie den Dezimalwert der Belegung 1001 1000. 1 P.
2. Geben Sie die größte Dezimalzahl an, die mit diesem 8-Bit-Fließkommaformat dargestellt werden kann. 1 P.
3. Geben Sie die kleinste positive Dezimalzahl an, die mit diesem 8-Bit-Fließkommaformat dargestellt werden kann. 1 P.
4. Welche elementare Zahl im Intervall $[-\text{maxreal}, \text{maxreal}]$ kann mit der oben vereinbarten Interpretation der acht Bits nicht dargestellt werden? 1 P.
5. Wandeln Sie die in einem Zahlensystem zur Basis 4 gegebene Fließkommazahl N_4 sowohl in eine Dezimal- als auch in eine Hexadezimalzahl um. Machen Sie den Rechenweg deutlich. 2 P.

$$N_4 = (123, 02)_4$$

6. Welche zwei charakteristischen Eigenschaften besitzt die Gray-Kodierung? Warum ist die Ausführung arithmetischer Operationen im Gray-Code schwierig? 1 P.
7. Welche Vor- und Nachteile hat die BCD-Arithmetik gegenüber der Dual-Arithmetik? 1 P.
8. Die Elemente der folgenden Sequenz repräsentieren die gleiche ganzzahlige Zahl in Zahlensystemen verschiedener Basen. 3 P.

$$(10000)_r, (121)_{r+1}, (100)_{r+2}, (x)_{r+3}, (24)_{r+4}, (22)_{r+5}, (20)_{r+6}, \dots$$

Geben Sie x und r an. Welchen dezimalen Wert hat die dargestellte Zahl? Geben Sie den Lösungsweg an.

Lösungsblätter zur Klausur

Digitaltechnik und Entwurfsverfahren (TI-1)

und

Rechnerorganisation (TI-2)

am 17. August 2020, 9:00 – 11:00 Uhr

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

Digitaltechnik und Entwurfsverfahren (TI-1)	
Aufgabe 1	von 7 Punkten
Aufgabe 2	von 10 Punkten
Aufgabe 3	von 6 Punkten
Aufgabe 4	von 11 Punkten
Aufgabe 5	von 11 Punkten
Rechnerorganisation (TI-2)	
Aufgabe 6	von 5 Punkten
Aufgabe 7	von 9 Punkten
Aufgabe 8	von 10 Punkten
Aufgabe 9	von 12 Punkten
Aufgabe 10	von 9 Punkten

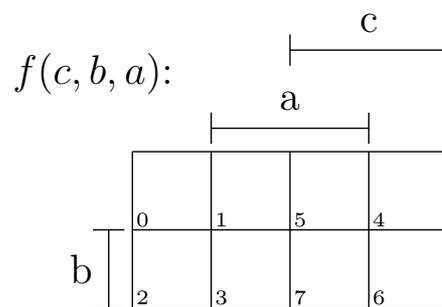
Gesamtpunktzahl:	
-------------------------	--

	Note:
--	--------------

Aufgabe 1 *Schaltfunktionen*

1. DNF von $f(c, b, a)$:

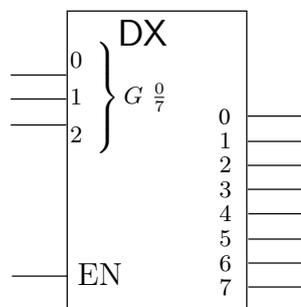
2. KV-Diagramm $f(c, b, a)$:



Primimplikante:

DMF von $f(c, b, a)$:

3. Schaltnetz:



Name:

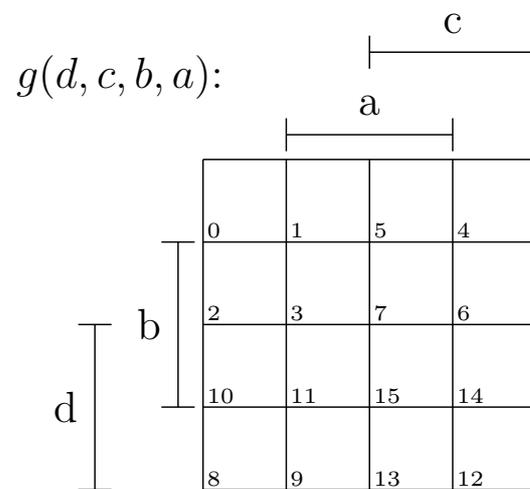
Vorname:

Matr.-Nr.:

3

4. Existenz von g

Ja:



Nein (Begründung):

Aufgabe 2 *Schaltfunktionen, CMOS-Technologie*

1. Realisierung von $g(c, b, a)$ mit NAND-Gattern:

$$g(c, b, a) = \left((\bar{c} \vee \bar{b}) \wedge (\bar{b} \vee \bar{a}) \right) \vee (c \wedge \bar{a})$$

Schaltbild:

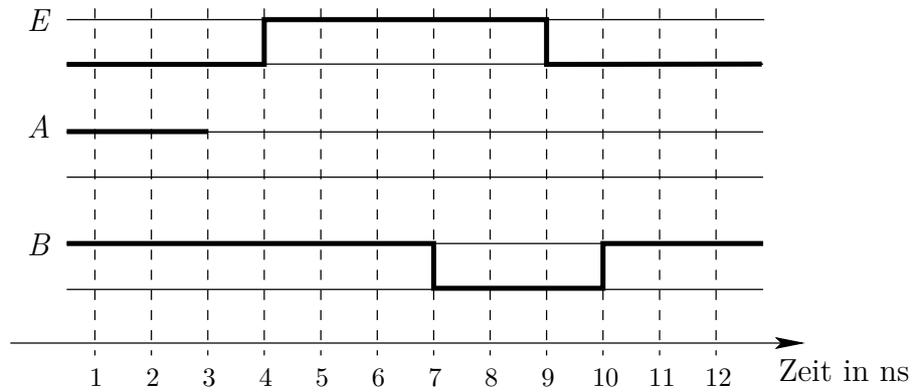
2. CMOS-Transistorschaltung von

$$h(c, b, a) = \text{NAND}_3\left(\text{NAND}_2(a, b), \text{NAND}_2(a, c), \text{NAND}_2(b, c)\right) :$$

3. CMOS-Transistorschaltung ist nicht geeignet, weil ...

Aufgabe 3 *Laufzeiteffekte*

1. Verlauf von A



2. Hasardfehler:

Begründung:

3. Schaltnetz für das Signal B :

Name:

Vorname:

Matr.-Nr.:

7

Aufgabe 4 *Schaltwerke*

1. Unterschied zwischen einem Mealy- und einem Moore-Automaten:

2. Moore-Automatengraph:

3. DMF der Ansteuerfunktionen der Flipflops:

Zustand			Folgezustand			Ansteuerfunktionen der Flipflops
a^t	b^t	c^t	a^{t+1}	b^{t+1}	c^{t+1}	
0	0	0	1	1	1	
0	0	1	0	0	0	
0	1	0	0	0	1	
0	1	1	0	1	0	
1	0	0	0	1	1	
1	0	1	1	0	0	
1	1	0	1	0	1	
1	1	1	1	1	0	

Aufgabe 5 *Rechnerarithmetik & Codes*

1. Dezimalwert der Belegung 1001 1000:

2. Größte Dezimalzahl:

3. Kleinste positive Dezimalzahl:

4. Nichtdarstellbare Zahl:

5. N_4 :

6. Gray-Code:

Name:

Vorname:

Matr.-Nr.:

10

7. BCD-Arithmetik und Dual-Arithmetik:

8. $x =$

$r =$

Dezimalwert =