

Klausur zur Vorlesung Technische Grundlagen der Informatik

Prof. Dr. Andreas Koch



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Wintersemester 09/10

1. Teilklausur Technische Grundlagen der Informatik (Bsc Informatik PO 2009)

Klausur Technische Grundlagen der Informatik 1 (Bsc Informatik PO 2007, PO 2004, Bsc Education, sonstige)

15.12.2009

Name (Nach-, Vorname)	
Matrikel-Nr.	
Unterschrift	
Prüfung Bitte ankreuzen	<input type="checkbox"/> Bachelor of Science – PO 2009 <input type="checkbox"/> Bachelor of Science – PO 2007 <input type="checkbox"/> Bachelor of Science – PO 2004 <input type="checkbox"/> Bachelor of Education <input type="checkbox"/> Sonstiger Abschluss:
Anzahl abgegebene Zusatzblätter:	

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ	Note
max. Punkte	13	10	17	5	10	12	9	20	14	10	120	
erreicht												

1. Teilklausur zur Vorlesung Technische Grundlagen der Informatik

Name, Vorname: _____ Matrikelnummer: □□□□□□□□

Hinweise zur Klausur:

- Bitte lesen Sie die Hinweise zu Beginn der Klausur!
- Füllen Sie JETZT das Deckblatt VOLLSTÄNDIG aus!
- Schalten Sie ihr Handy aus.
- Legen Sie Studentenausweis und ein Lichtbildausweis zur Kontrolle bereit.
- Verwenden Sie nur blaue oder schwarze dokumentenechte Stifte, kein Rot oder Grün, keine Bleistifte.
- Die Heftung der Klausur darf nicht gelöst werden. Ausnahme ist das Verilog-Syntaxblatt auf der letzten Seite.
- Packen Sie alles bis auf Schreibwerkzeug weg. Es sind KEINE Hilfsmittel erlaubt (Ausnahme: Ein Wörterbuch für ausländische Studierende). Wird während der Klausur ein unerlaubtes Hilfsmittel gefunden, wird dies als Täuschungsversuch gewertet und die Prüfung gilt als nicht bestanden. In schweren Fällen von Täuschung behalten wir uns weitere Schritte bis hin zur Exmatrikulation vor.
- Die mit (*) markierten Aufgaben sind unserer Ansicht nach etwas anspruchsvoller. Verweilen Sie nicht zu lange an diesen Aufgaben, wenn Sie noch andere Aufgaben zu bearbeiten haben. Grundsätzlich empfehlen wir, zuerst alle Aufgaben kurz anzuschauen und eine persönliche Reihenfolge festzulegen.
- Essen und Trinken ist erlaubt, nehmen Sie jedoch Rücksicht auf Ihre Kommilitonen.
- Bewertet wird der Lösungsweg, nicht nur das Ergebnis. Schreiben Sie alle Zwischenschritte auf, damit die Lösung nachvollziehbar ist.
- Falls Sie Fragen zur Aufgabenstellung haben, melden Sie sich bitte. Das Aufsichtspersonal wird dann an Ihren Platz kommen. Inhaltliche Fragen werden nicht beantwortet.
- Falls Sie zusätzliches Papier benötigen, melden Sie sich bitte. Sie erhalten dann Papier von uns, eigenes Papier ist nicht gestattet. Beschriften Sie die Zusatzblätter mit Namen und Matrikelnummer.
- Falls Sie auf Toilette müssen, kommen Sie bitte mit Ihrer Klausur nach vorne und geben sie beim Aufsichtspersonal ab.
- Die Ergebnisse werden im Webreg und per Aushang veröffentlicht. Wenn es soweit ist, wird dies auf der Webseite und im Forum angekündigt.

Viel Erfolg!

1. Teilklausur zur Vorlesung Technische Grundlagen der Informatik

Name, Vorname: _____ Matrikelnummer:

Aufgabe 1 Implementierungsvarianten

(13 Punkte)(5+4+4)

Implementieren Sie die folgenden Funktionen. Verwenden Sie dazu nur die angegebenen Bauteile, und verwenden Sie davon möglichst wenige. Die Variablen stehen Ihnen zur Verfügung, nicht jedoch ihre Komplemente. Zusätzlich stehen Ihnen logisch 1 und logisch 0 zur Verfügung. Falls Sie die Funktionen mit boole'schen Rechenregeln umformen, notieren Sie dies bitte.

- a) nur mit 2-INPUT-NAND-Gattern: $F = ABC + \bar{D}E$

1. Teilklausur zur Vorlesung Technische Grundlagen der Informatik

Name, Vorname: _____ Matrikelnummer:

b) nur mit Transmission-Gates (hier sind auch die Komplemente erlaubt): $F = AC + \bar{B} + AD$

1. Teilklausur zur Vorlesung Technische Grundlagen der Informatik

Name, Vorname: _____ Matrikelnummer: □□□□□□□□

c) nur mit nMOS und pMOS Transistoren als CMOS-Struktur: $F = (A + C)D$

1. Teilklausur zur Vorlesung Technische Grundlagen der Informatik

Name, Vorname: _____ Matrikelnummer: □□□□□□□□

- c) Simulieren Sie den angegebenen Variablenwechsel im Timing-Diagramm. Gehen Sie davon aus, dass jedes Gatter eine t_{pd} von 5 ns hat.

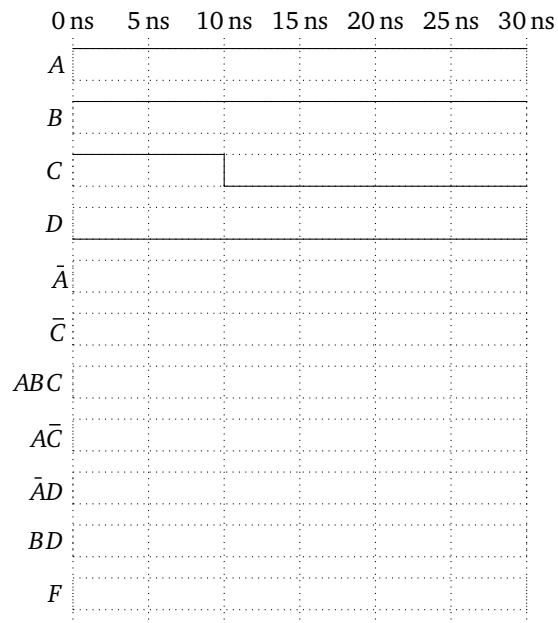


Abbildung 1: $ABC\bar{D} \rightarrow \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}$

1. Teilklausur zur Vorlesung Technische Grundlagen der Informatik

Name, Vorname: _____ Matrikelnummer: □□□□□□□□

Aufgabe 3 Automaten

(17 Punkte)(6+4+5+2)

Entwerfen Sie einen Mealy-Automaten, der Münzen der Sorten 0.50 Cent, 1 Euro und 2 Euro entgegennimmt und auf einen Kaufpreis von 1 Euro testet. Ein solcher Automat ist z. B. in jedem Fahrscheinautomat enthalten.

Es ist folgende Spezifikation gegeben: In jedem Takt kann nur eine Münze angenommen werden. Wird zu viel eingeworfen soll der Automat Wechselgeld zurückgeben. Der Münzannahmeschacht liefert in jedem Takt 3 Signale A_{in} (0.50 Cent), B_{in} (1 Euro) und C_{in} (2 Euro); sie sind 1 wenn die entsprechende Münze eingeworfen wurde. Als Ausgabe soll einmal ein Signal Z dienen, es soll 1 sein wenn der Preis erreicht ist. Desweiteren sind 3 Ausgangssignale A_{out} , B_{out} und C_{out} für die Münzrückgabe vorgesehen, sie sollen 1 sein wenn die entsprechende Münze zurückzugeben ist.

- a) Geben Sie das Zustandsübergangsdiagramm an. Verwenden Sie möglichst wenig Zustände. Verwenden Sie als Notation für die Übergänge das Schema $(A_{in}, B_{in}, C_{in} / Z, A_{out}, B_{out}, C_{out})$.

- b) Geben Sie die Zustandsübergangstabelle und die Ausgangstabelle an.

1. Teilklausur zur Vorlesung Technische Grundlagen der Informatik

Name, Vorname: _____ Matrikelnummer:

c) Geben Sie die Zustandsübergangsgleichungen und die Ausgangsgleichungen an.

d) Was fällt Ihnen bezüglich der Signale auf? Sind alle notwendig? Begründen Sie Ihre Antwort.

1. Teilklausur zur Vorlesung Technische Grundlagen der Informatik

Name, Vorname: _____ Matrikelnummer: □□□□□□□□

Aufgabe 4 De Morgan und boole'sche Algebra

(5 Punkte)

Bilden Sie das Komplement der folgenden Funktion und vereinfachen Sie danach mit den boole'schen Rechenregeln. Geben Sie auch die Zwischenschritte an. Das Endergebnis soll möglichst wenig Literale enthalten.

$$F = \bar{A}\bar{B} + \bar{C}\bar{D} + A\bar{C}$$

1. Teilklausur zur Vorlesung Technische Grundlagen der Informatik

Name, Vorname: _____ Matrikelnummer: □□□□□□□□

Aufgabe 5 Theoriefragen

(10 Punkte)

Kreuzen Sie an, ob die folgenden Aussagen wahr oder unwahr sind. Für jede korrekte Antwort erhalten Sie 1 Punkt, für jede falsche gibt es 1 Punkt Abzug. Wenn nichts angekreuzt wird, gibt es keine Minuspunkte. Sollte die Summe dieser Aufgabe negativ sein, wird dies nicht auf andere Aufgaben übertragen.

- a) J N Werden im K-Diagramm zwei 1en nicht gemeinsam überdeckt, tritt hier auf jeden Fall ein Glitch auf.
- b) J N Ein NAND-Gatter kann in CMOS-Technik mit weniger Transistoren realisiert werden als ein AND.
- c) J N Ein Mealy-Automat ist immer mit weniger Zuständen realisierbar als ein äquivalenter Moore-Automat.
- d) J N Jede Vereinfachung, die mittels eines Karnaugh-Diagramms durchgeführt wird, kann auch mittels Anwendung von boole'schen Regeln erreicht werden.
- e) J N Jede Hardware, die mit synthetisierbarem Verilog beschreibbar ist, ist auch in synthetisierbarem VHDL beschreibbar.
- f) J N Es ist nicht möglich, einen zustandsbehafteten Automaten ohne sequentielle Bauteile zu realisieren.
- g) J N Don't Cares können in realen Schaltungen zu ungültigen Ausgabewerten führen.
- h) J N Wird in Verilog der Datentyp `reg` verwendet, wird daraus in der Synthese immer ein physikalisches Flip-Flop.
- i) J N Eine kombinatorische Schaltung darf keine Rückkopplung enthalten.
- j) J N Der Wertebereich der darstellbaren Zahlen in 2K-Darstellung und Vorzeichen-Betrag-Darstellung unterscheidet sich bei gleicher Bitzahl.

1. Teilklausur zur Vorlesung Technische Grundlagen der Informatik

Name, Vorname: _____ Matrikelnummer: □□□□□□□□

Aufgabe 6 Zahlendarstellung

(12 Punkte)(3+3+6)

a) Vervollständigen Sie die folgende Tabelle:

Dezimal	Binär (vorzeichenlos)	Hexadezimal
	101010	
		CF
515		

b) Geben Sie die 2K-Darstellung der folgenden Zahlen an. Es steht Ihnen genau 1 Byte pro Zahl zur Verfügung.

Dezimal	2K-Darstellung
125	
-88	
128	

1. Teilklausur zur Vorlesung Technische Grundlagen der Informatik

Name, Vorname: _____ Matrikelnummer: □□□□□□□□

c) Addieren Sie die folgenden Zahlen. Verwenden Sie dazu 2K-Darstellung. Es steht Ihnen genau 1 Byte pro Zahl zur Verfügung. Geben Sie an, ob ein Overflow auftritt. Hinweis: Es wird der Rechenweg bewertet.

- $99 + (-24)$

- $(-10) + (-120)$

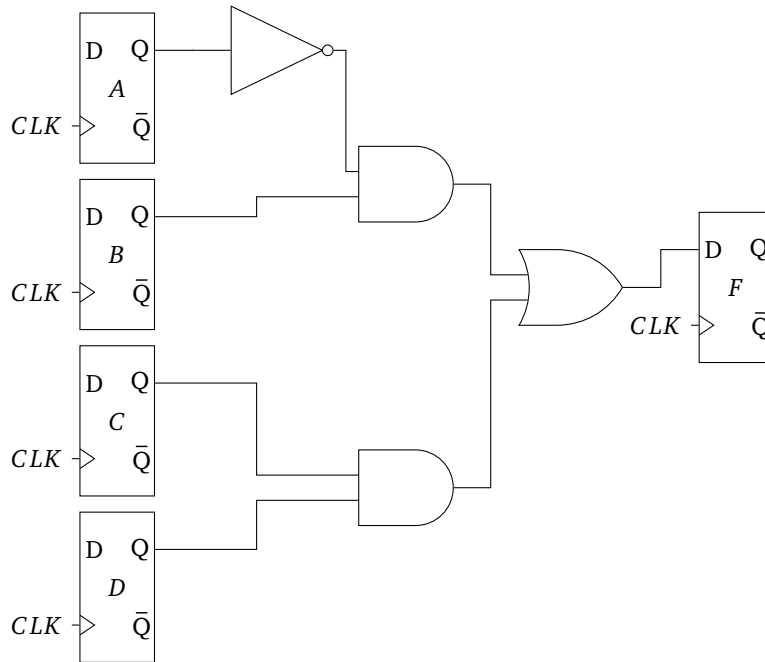
1. Teilklausur zur Vorlesung Technische Grundlagen der Informatik

Name, Vorname: _____ Matrikelnummer:

Aufgabe 7 Taktraten, Pipelining (*)

(9 Punkte)(3+3+3)

Gegeben ist die Funktion $F = \bar{A}B + CD$.



- a) Für die Gatter wird eine Ausbreitungsverzögerung von $t_{pd}(AND)=5\text{ ns}$, $t_{pd}(OR)=5\text{ ns}$, $t_{pd}(NOT)=3\text{ ns}$ angenommen, die Leitungsverzögerung kann ignoriert werden. t_{cd} aller Gattertypen beträgt 1 ns . Die Flip-Flops benötigen $t_{pcq}=1\text{ ns}$, $t_{ccq}=1\text{ ns}$ und $t_{setup}=1\text{ ns}$. Berechnen Sie die maximale Taktfrequenz.

1. Teilklausur zur Vorlesung Technische Grundlagen der Informatik

Name, Vorname: _____ Matrikelnummer: □□□□□□□□

- b) Ihr Chef fordert, dass die Schaltung mit mindestens 100 MHz (entspricht 10 ns Taktperiode) betrieben werden soll. Ist dies realisierbar? Wenn ja, wie und mit welchen Auswirkungen? Wenn nein, warum nicht? Es stehen Ihnen AND, OR und NOT-Gatter sowie Flip-Flops mit den oben beschriebenen Charakteristiken zur Verfügung.

- c) Der Takt kommt am Ausgangs-Flip-Flop (F) etwas später an. Wieviel Taktverschiebung ist möglich, ohne die Hold-Bedingung des Flip-Flops ($t_{hold} = 1 \text{ ns}$) zu verletzen?

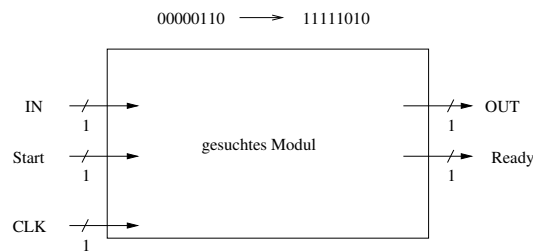
1. Teilklausur zur Vorlesung Technische Grundlagen der Informatik

Name, Vorname: _____ Matrikelnummer: □□□□□□□□

Aufgabe 8 Verilog (★)

(20 Punkte)(5+15)

Gesucht ist ein Verilog-Modul, das zu einer Zahl in 2K-Darstellung das Komplement in 2K-Darstellung berechnet. Der Eingang *IN* ist 1 Bit breit, von der Zahl wird hier beginnend mit dem LSB in jedem Takt eine Stelle angelegt. Am Ausgang *OUT*, der ebenfalls 1 Bit breit ist, soll seriell das Komplement ausgegeben werden, ebenfalls beginnend mit dem LSB. Zusätzlich ist ein *Start*-Signal vorhanden, es ist einen Takt aktiv bevor das LSB am Eingang anliegt. Ein *Ready*-Signal soll signalisieren, wenn die Ausgabe beginnt. Die Bitbreite der 2K-Zahlen soll über einen Parameter einstellbar sein, Standardwert ist 8 Bit.



a) Beschreiben Sie Ihre Realisierungsidee KURZ in Worten.

b) Geben Sie das Modul als Verilog-Code an. Verwenden Sie nur synthetisierbare Konstrukte. Kommentieren Sie ihre Lösung!

1. Teilklausur zur Vorlesung Technische Grundlagen der Informatik

Name, Vorname: _____ Matrikelnummer:

1. Teilklausur zur Vorlesung Technische Grundlagen der Informatik

Name, Vorname: _____ Matrikelnummer: □□□□□□□□

Aufgabe 9 Verilog analysieren

(14 Punkte)(4+6+2+2)

Gegeben sind folgende Verilog-Module:

```
module f1 (  
    input i1, i2,  
    output o  
);  
  
    assign o = ~(i1 | i2);  
endmodule
```

```
module blackbox1(  
    input i1, i2,  
    output o1, o2  
);  
  
    wire w1, w2, w3;  
  
    f1 t1(i1, i1, w1);  
    f1 t2(i2, i2, w2);  
    f1 t3(i1, i2, w3);  
    f1 t4(w1, w2, o2);  
    f1 t5(o2, w3, o1);  
endmodule
```

```
module blackbox2(  
    input i1, i2, i3,  
    output o1, o2  
);  
  
    wire w1, w2, w3;  
  
    blackbox1 m1(i1, i2, w1, w2);  
    blackbox1 m2(i3, w1, o1, w3);  
  
    assign o2 = w2 | w3;  
endmodule
```

a) Zeichnen Sie den Schaltplan des Moduls blackbox1.

1. Teilklausur zur Vorlesung Technische Grundlagen der Informatik

Name, Vorname: _____ Matrikelnummer:

b) Stellen Sie die Wahrheitstabellen der Module `blackbox1` und `blackbox2` auf.

c) Welche arithmetischen Operatoren implementieren die Module `blackbox1` und `blackbox2`?

d) Welche Bedeutungen haben bei den Operationen aus c) jeweils die Ausgänge `o1` und `o2` der beiden Module?

1. Teilklausur zur Vorlesung Technische Grundlagen der Informatik

Name, Vorname: _____ Matrikelnummer: □□□□□□□□

Aufgabe 10 Multiplexer (*)

(10 Punkte)

Gegeben ist die Funktion $Y = BC + \bar{A}\bar{B}\bar{C} + B\bar{C}$. Implementieren Sie die Funktion mit einem einzigen 4:1 Multiplexer. Es sind nur die Variablen verfügbar, nicht ihre Komplemente. Desweiteren steht Ihnen logisch 0 und logisch 1 zur Verfügung. Erläutern Sie Ihre Lösung!