

Technische Informatik Digitaltechnik

Übungsklausur 2017

Studiengang Angewandte Informatik

Duale Hochschule Baden-Württemberg Karlsruhe

von

TINF16B2

Kurs: TINF16B2
Dozent: Prof. Dr. Jürgen Röthig
Semester: 1. Semester (11.01.2017 - 22.03.2017)
letzte Änderung: 27. April 2017

Dies ist die Übungsklausur für „Technische Informatik - Digitaltechnik“ bei Herrn Prof. Dr. Jürgen Röthig für das 1. Semester im Jahr 2017. In der letzten Vorlesung vor der Klausur hat Prof. Dr. Jürgen Röthig eine Altklausur vorgelesen. Diese PDF enthält alles, was während dieser Vorlesung besprochen wurde.

Bei Fragen, Fehlern oder Ergänzungen wende dich bitte an dhw@andremeyering.de. Ich hoffe, diese PDF hilft dir beim Lernen.

Inhaltsverzeichnis

1	Übungsklausur	1
1.1	Aufgabe 1 (34 P.)	1
1.2	Aufgabe 2 (8 P.)	4
1.3	Aufgabe 3 (36 P.)	5
1.4	Aufgabe 4 (22 P.)	7
2	Abkürzungsverzeichnis	9

1 Übungsklausur

Zeit: 120min

Punkte: 100 (gesamt; eine eins ab ~92 Punkte; ab 46 Punkte eine 4)

Keine Hilfsmittel!

Tipp

- Vor Beginn der Klausur diese zuerst komplett durchgelesen. Dadurch kann doppelter Text vermieden werden.
- Stichpunkte sind *immer* erlaubt!

1.1 Aufgabe 1 (34 P.)

- a) Was ist Codierung? Erläutern Sie den Begriff allgemein und gehen Sie insbesondere auf die spezielle Form Zeichencodierung, Signalcodierung und Zahlencodierung ein! (4 P.)

Codierung Codierung ist die Darstellung von Informationen (analoge oder digitale Infos möglich) mit einem Alphabet (codierte Informationen sind bei uns also immer digital!).

Alphabet endliche Menge von Symbolen.

Zeichencodierung Es werden Zeichen der Schriftsprache dargestellt. Es geht nicht um das *wie*, sondern um das *was* dargestellt wird.

Signalcodierung Zuordnung von (abstrakter) Info zu einem Signal. Es geht darum *wie* etwas codiert wird, aber nicht darum *was* (z. B. JPEGs, Videos, Text,...) codiert wird.

Zahlencodierung Es werden Zahlenwerte dargestellt

- b) Störsicherheit und Gleichstromfreiheit sind Begriffe, welche im Zusammenhang mit einer der in Teilaufgabe a) genannten Codierungsformen stehen. Für welche?

Erläutern Sie die beiden Begriffe Störsicherheit und Gleichstromfreiheit und warum diese eine Rolle bei diesen Codierungsformen spielen. Erläutern Sie für die Codierungen NRZ, RZ, Manchester und AMI über welche Bedingungen diese jeweils Gleichstromfreiheit ermöglichen.

⇒ SSH und GSF bei Signalcodierung.

Störsicherheit Unanfälligkeit des Verfahrens gegenüber Spannungsänderungen auf der Leitung, welche von außen induziert werden ⇒ durch Vermeidung von Störungen können Signale (besser) übertragen werden.

Gleichstromfreiheit Im Mittel sollen „0V“ auf der Leitung liegen, um eine Potentialverschiebung beim Empfänger zu verhindern (Pseudoargument für GSF: keine Energieübertragung vom Sender zum Empfänger). ⇒ dadurch kann auf eine „Masse“-Leitung verzichtet werden.

NRZ Wenn es symmetrische Pegel (z. B. $5V$ und $-5V$) gibt und Einsen und Nullen gleichverteilt sind.

RZ symmetrischen Pegeln: nur bei Einsern
keine symmetrischen Pegel (also $0 \hat{=} 0V$ und ein höherer Pegel $\hat{=} 1$): nur bei Null
Wenn Gleichverteilung von „0“ und „1“ gewünscht ist, ergibt sich eine „seltsame“ Verteilung der Spannungspegel.

AMI Nach jeder zweiten „1“.

Manchester Bei symmetrischen Pegeln: Immer, denn die erste Hälfte der Schrittzeit und die zweite Hälfte gleichen sich genau aus.

Achtung

Es ist nur nach GSF gefragt! Lese die Aufgabe gut durch. Laut Herrn Röthig erläutern auch viele die SSH, was aber nicht gefragt ist.

Wenn jedoch etwas falsches geschrieben wird, gibt es Punktabzüge, auch wenn das Geschriebene gar nicht gefordert wurde.

- c) Zur Zahlencodierung lassen sich unter anderem Abzählssysteme und Stellenwertsysteme verwenden. Vergleichen Sie beide Systeme anhand ihrer Vor- und Nachteile und geben Sie je ein konkretes Abzähl- und Stellenwertsystem als Beispiel mit Erläuterung an.

Abzählssysteme z. B. Fingerabzählssystem: Jeder Finger hat den Wert 1 und man zählt die Anzahl an Fingern zusammen.

- \oplus sehr einfach
- \oplus übersichtlich
- \oplus Addition/Subtraktion einfach
- \ominus hoher Rechenaufwand für Multiplikation und Division \Rightarrow komplex
- \ominus relativ kleiner Wertebereich
- \ominus beschränkter **übersichtlicher** Wertebereich (potenziell unbeschränkt)
- ...

Stellenwertsysteme z. B. Dezimalsystem: Es gibt die Ziffern 0 bis 9 und es gibt einen Stellenwert, welcher sich aus 10^i berechnet.

$$\text{Wert}(z_{n-1}, z_{n-2}, \dots, z_1, z_0) = \sum_{i=0}^{n-1} |z_i| \cdot 10^i$$

- \oplus geringer Aufwand beim Rechnen
- \ominus erstmaliges Lernen aufwändig
- ...

- d) Stellen Sie die Addition der Dezimalzahlen -31 und -42 nach Wahl im Binärkode oder als Strichliste dar. Begründen Sie Ihre Wahl der Codierung. Geben Sie das Ergebnis anschließend wieder als Dezimalzahl an. Zeigen Sie außerdem die genauen Teilschritte, welche Sie bei der Addition durchgeführt haben. Welche Entscheidungen mussten Sie bei der Darstellung der beiden Zahlen zusätzlich treffen?

Strichliste: Grundsätzlich möglich, da es zwei negative Zahlen sind. Man kann die Beträge addieren, jedoch ist die Strichliste dann sehr lang und unübersichtlich!

Deshalb wird das Binärsystem verwendet. Folgende Entscheidungen mussten noch getroffen werden:

- 1er- oder 2er-Komplement? \Rightarrow 2er-Komplement, um Rechenfehler zu vermeiden.
- Die Stellenanzahl muss festgelegt werden! Es darf keine zu kurze Stellenanzahl gewählt werden, da ansonsten ein falsches Ergebnis rauskommt.

[Rechnung hier]

[Teilschritte aufzeigen durch Rechnung (Ganzzahldivision, Addition von 2er-Potenzen, ...)]

Achtung

- Wenn du trotzdem eine Strichliste verwendest, zählt Herr Röthig nach!
- Wird das 1er-Komplement verwendet, so muss auf evtl. Rechenfehler reagiert werden!
- In der Aufgabe steht „welche Entscheidungen“, also der Plural!
- Wenn eine zu kurze Stellenanzahl gewählt wird und am Ende „getrickst“ wird, um das richtige Ergebnis zu erhalten, so wird dies dennoch als Fehler gewertet, denn mit korrekter Rechnung würde ein falsches Ergebnis rauskommen.
- Die Teilschritte sollen aufgezeigt werden, denn ansonsten „hätte ja auch ein Taschenrechner verwendet werden können“.

- e) Wie sieht die Darstellung der Dezimalzahl -31 als normierte Fließkommazahl im Binärsystem aus laut IEEE 754? Setze für das Vorzeichen 1 Bit, für die Mantisse 7 Bit und für den Exponenten 8 Bit bei einem Bias von 127. Zeigen Sie auch hier die einzelnen Schritte, die Sie für die Berechnung der Darstellung vorgenommen haben.

[Wahl der Normierungsvariante hier]

also ob die erste Stelle vor oder nach dem Komma „1“ oder „0“ ist, „Hidden Bit“, ...

[Rechnung hier]

Hinweis

Alles, was nicht vorgegeben ist, kann von uns gewählt werden, allerdings muss es hingeschrieben werden. Auch ohne dass es gefordert ist, soll gesagt werden, dass es verschiede-

nen Varianten der Normierung gibt und welche Variante für die Darstellung genommen wird!

1.2 Aufgabe 2 (8 P.)

- a) Elektrische Schaltungen können als Schaltnetze oder Schaltwerke aufgebaut sein. Welche Eigenschaften, sowohl bezüglich Aufbau als auch Verhalten, unterscheiden ein Schaltwerk grundsätzlich von einem Schaltnetz? **2 P.**

Schaltwerke

Aufbau: Rückkopplung der Ausgänge

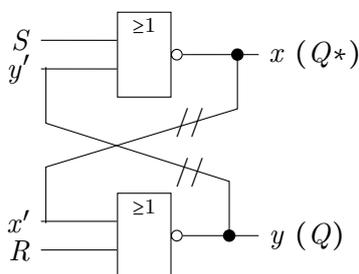
Verhalten: Speichert einen Zustand

Schaltnetze

Aufbau: keine Rückkopplung, Umsetzung einer booleschen Funktion

Verhalten: Hat keinen Zustand des Speicherns.

- b) Ein einfaches, ungetaktetes RS-FF ist ein Beispiel für ein Schaltwerk. Zeichnen Sie das entsprechende Schaltwerk bestehend aus Elementargattern für ein ungetaktetes RS-FF auf. Erläutern Sie die Eingänge und Ausgänge des Schaltwerks in Ihrer jeweiligen Funktion und Bedeutung. **6 P.**



- Q ist der Zustand des Schaltwerks
- Q^* ist der invertierte Zustand des Schaltwerks
- R ist der Rücksetzeingang
- S ist der Setzeingang
- $R = S = 0$ bedeutet, dass der Zustand gehalten wird
- $R = S = 1$ ist verboten, damit „nichts Schlimmes passiert“
- [alle Belegungen erklären]

Wie Q und Q^* herleiten?

Ist $S = 1$, so soll der Zustand auf 1 gesetzt werden. Jedoch liegt an dem NOR-Gatter von S der Wert 0 an. Deshalb ist hier Q^* bzw. $\neg Q$.

1.3 Aufgabe 3 (36 P.)

- a) Neben dem einfachsten Flip-Flop Typ, dem RS-FF, gibt es weitere, in der Vorlesung behandelte Flip-Flop Typen. Nennen Sie diese Typen. Zeichnen Sie unter Verwendung von beliebig taktgesteuerten RS-FFs und gegebenenfalls weiteren Elementargattern jeweils eine Schaltung dieses Flip-Flops und beschreiben Sie das jeweilige Verhalten. **8 P.**

D-FF [Zeichnung hier]

JK-FF [Zeichnung hier]

Agiert eigentlich so wie das RS-FF, aber ...

T-FF [Zeichnung hier]

Doppeltes vermeiden

Wenn ein Flip-Flop über den RS-FF definiert wurde, so darf dieser als Baustein in den anderen verwendet werden!

- b) Manche Flip-Flop-Typen lassen sich mit und manche ohne Taktsteuerung einsetzen. Erläutern Sie bei jedem der Flip-Flop-Typen (inklusive RS-FF) ob das Flip-Flop mit und ohne Taktsteuerung eingesetzt werden kann und sollte und welche Steuerung (Taktsteuerung/Taktflankensteuerung) jeweils eingesetzt werden kann. **8 P.**

RS-FF

- Sowohl TFS als auch TPS machen Sinn und sind möglich.
- *Taktpegelsteuerung*: Nur während des High-Pegels (bzw. Low-Pegels bei negativer TPS) kann der RS-FF gesetzt oder rückgesetzt werden.
- *Taktflankensteuerung*: Nur während der Flanke kann der RS-Flip-Flop gesetzt oder rückgesetzt werden. Die Störanfälligkeit durch Störsignale wird durch die kurze Zeit der Taktflanke reduziert.

D-FF

- macht ohne Taktsteuerung keinen Sinn, da dann nichts gespeichert wird!
- TFS und TPS sind beide gleichermaßen möglich.

JK-FF

- wie RS-FF: sowohl TPS als auch TFS machen Sinn.

T-FF

- ohne Taktsteuerung würde der T-FF durchgehend toggeln! Deshalb ist eine Taktsteuerung Voraussetzung für einen T-FF!
- Taktflankensteuerung ist die vorzuziehende Steuerung, da der T-FF dann genau **einmal** toggelt.

- Taktpegelsteuerung macht keinen Sinn, da der T-FF während des gesamten High-Pegels (bzw. Low-Pegels bei negativer TPS) toggeln würde.

TFS dann, wenn die Anzahl der Toggle-Vorgänge, die bei manchen Flip-Flop-Typen passieren können, auf genau einmal toggeln begrenzen wollen.

[Für weitere, siehe auf die Mitschriften]

Achtung

Hier steht in der Aufgabe „Erläutern“, d. h. es reicht nicht nur zu sagen, ob das Flip-Flop mit Taktsteuerung eingesetzt werden kann/sollte, sondern auch *warum!*

„Erläutern Sie ausführlich“ würde heißen, dass zwei oder drei Stichpunkte gewünscht sind.

- c) Die verschiedenen Flip-Flop-Typen weisen jeweils Zustände auf, von denen jeweils wiederum ein Teil sogenannte Arbeitszustände darstellen. Wie viele Zustände weist jeder der Flip-Flop-Typen aus Teilaufgabe a) auf und wie viele Zustände sind davon jeweils Arbeitszustände? Ändert sich durch den Einbau einer Taktsteuerung aus Teilaufgabe b) etwas an diesen Anzahlen von Zuständen? Mit Begründung. Geben Sie gegebenenfalls die jeweilige Anzahl an Zuständen bei Einbau von Taktsteuerung bei den jeweiligen Flip-Flop-Typen an. **12 P.**

Jeder Flip-Flop Typ hat 4 Zustände, wobei davon 2 Arbeitszustände sind. Denn jeder Flip-Flop ist als RS-FF realisiert. Deshalb ist die Anzahl an Zuständen gleich. Die Rückkopplung findet nämlich nur intern am RS-FF statt.

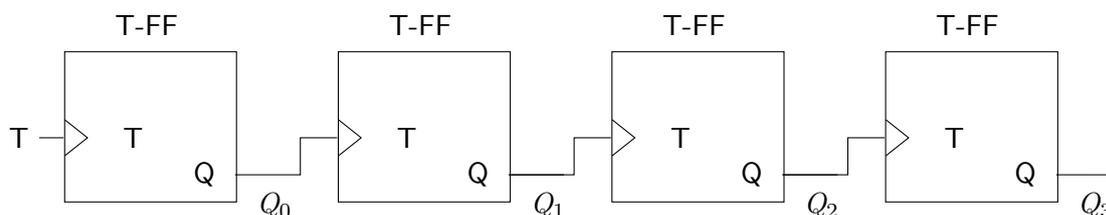
[Erklärung, warum RS-FF 4 Zustände hat und dass eine Eingangsbelegung (nicht Zustand) verboten ist]

Die Anzahl der Zustände ändert sich durch Einbau einer Taktsteuerung **nicht**. Der Takt gibt nur an, *wann* der Zustand geändert werden kann.

- d) Welcher der Flip-Flop-Typen bietet sich zum Aufbau eines Binärzählers an? Bauen Sie für diesen Flip-Flop-Typ einen Zähler für eine 4-stellige Binärzahl. Wie viele Flip-Flops diesen Typs sind dafür notwendig? **8 P.**

Es sind 4 T-FFs notwendig für einen 4 Bit Zähler.

Schaltbild für einen 4 Bit Rückwärtszähler:

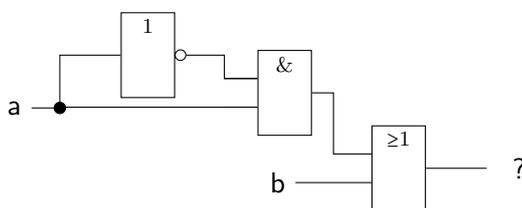


Hinweis

Hier wurde nicht explizit nach einem Vorwärts- oder Rückwärtszähler oder gar einem Zähler in beide Richtungen gefragt, sodass es uns überlassen ist, was wir wählen. Es muss nur mit angegeben werden.

1.4 Aufgabe 4 (22 P.)

- a) Gegeben ist die folgende Schaltung. Welche logische Funktion wird durch diese Schaltung realisiert? Geben Sie die Wertetabelle sowie einen booleschen Funktionsterm an. Handelt es sich bei dieser Schaltung um ein Schaltnetz oder Schaltwerk? Begründen Sie ihre Antwort. **4 P.**



Es handelt es sich um ein Schaltnetz, da es keine Rückkopplung gibt. Es wird zudem eine boolesche Funktion realisiert und dies kann nur über ein Schaltnetz geschehen, nicht aber über ein Schaltwerk.

Es wird die Funktion $(\bar{a} \wedge a) \vee b = 0 \vee b = b$ realisiert.

b	a	\bar{a}	$(\bar{a} \wedge a) \vee b$
0	0	1	0
0	1	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1

- b) Als Darstellungsformen für die Funktionen von Schaltungen haben Sie in der Vorlesung boolesche Funktionsterme, Wertetabelle, KV-Diagramme und Schaltnetze kennengelernt. Erläutern Sie diese Darstellungsformen in ihrem Zusammenhang untereinander sowie den Zusammenhang mit den Begriffen aus Teilaufgabe c) und b). **6 P.**

Zusammenhang:

- Das KV-Diagramm ist eine andere Darstellung der Wertetabelle
- Boolesche Funktionsterme stellen die Funktion des Schaltnetzes dar.
- [weitere Zusammenhänge hier]

Min-Terme Kann mit der Wertetabelle realisiert werden.

Primimplikanten Aus dem KV-Diagramm (größtmögliche Blöcke)

DNF Wertetabelle

DMF Aus dem KV-Diagramm ablesen (PI verodern)

- c) Nennen Sie alle Min-Terme sowie alle Primimplikanten, welche die Schaltung besitzt. Welche funktionalen Gemeinsamkeiten in Bezug auf die Funktion der Schaltung haben Min-Terme und Primimplikanten? Wofür benötigen Sie die Min-Terme und wofür die Primimplikanten? **6 P.**

- Min-Terme (aus Wertetabelle aus a)):
 - $b \wedge \bar{a}$
 - $b \wedge a$
- Primimplikanten: b (bei großen Wertetabellen über KV-Diagramm).
- DMF: b
- DNF: $(b \wedge a) \vee (b \wedge \bar{a})$

Min-Terme und Primimplikanten decken Einsen ab. Jeder Min-Term steht für eine „1“ und jeder Primimplikant kann für mehrere Einsen stehen.

Minterme für Disjunktive Normalform (DNF)

Primimplikant für Disjunktive Minimalform (DMF) (wobei nicht unbedingt alle Primimplikanten benötigt werden)

- d) Geben Sie die oder eine DNF sowie DMF für diese Schaltung an. Sind DNF und DMF grundsätzlich immer eindeutig? Mit Begründung. Wie sieht es mit der Eindeutigkeit von DNF und DMF bei der gegebenen Schaltung aus? Mit Begründung. **6 P.**

DNF $(b \wedge a) \vee (b \wedge \bar{a})$

Ist immer eindeutig, *außer* die Reihenfolge der Min-Terme und innerhalb der Min-Terme.

DMF b

Ist in diesem Fall eindeutig, da es nur (einen) Kernprimimplikanten gibt. Ansonsten ist die DMF eindeutig, wenn es nur Primimplikanten gibt, die auch Kernprimimplikanten sind. Es kann sich jedoch die Reihenfolge unterscheiden.

Hinweis

Aufgaben, die eventuell auch vorkommen können:

- Beweisen eines Satzes (mit Angabe der verwendeten Gesetze)
- Beweisen, dass eine Operatorenmenge ein vollständiges Operatorensystem ist.
- Kondensatorspeicher – Vor-/Nachteile („andere Speicherprinzipie“)
- Anwendungen für Flip-Flop-Typen (z. B. Lichtschalter)

2 Abkürzungsverzeichnis

AMI	Alternate Mark Inversion	
D-FF	Data Flip Flop	
DMF	Disjunktive Minimalform	8
DNF	Disjunktive Normalform	8
GSF	Gleichstromfreiheit	
JK-FF	Jump-Kill-Flip-Flop	
KPI	Kernprimimplikant	
KV	Karnaugh-Veitch	
NRZ	Non-Return-to-Zero	
PI	Primimplikant	
RS-FF	Reset/Set Flip-Flop	
RZ	Return-to-Zero	
SSH	Störsicherheit	
T-FF	Toggle-Flip-Flop	
TFS	Taktflankensteuerung	
TPS	Taktpegelsteuerung	