



ALBERT-LUDWIGS-  
UNIVERSITÄT FREIBURG

INSTITUT FÜR INFORMATIK

Prof. Dr. Christoph Scholl  
Dipl. Inf. Tobias Nopper

8. Juni 2004

## Testat

Technische Informatik 2

Name: \_\_\_\_\_

Matrikel-Nr.: \_\_\_\_\_

Umfang: 6 Blätter

Bearbeitungszeit: 60 Minuten

Erlaubte Hilfsmittel: Keine

Bitte tragen Sie auf **allen** verwendeten Blättern Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer ein.

Aufgabe	mögliche Punktzahl	erreichte Punktzahl
1	8	
2	6	
3	10	
4	8	
5	8	
Summe	40	

**Aufgabe 1****Punkte ( 2, 3, 3 )**

In der Vorlesung wurde mit dem Wallace-Tree-Multiplizierer ein effektiver Schaltkreis zum Multiplizieren zweier Binärzahlen vorgestellt.

- a) Angenommen, Sie wollen zwei  $n$ -Bit Binärzahlen miteinander multiplizieren. Wieviele Bit benötigen Sie mindestens für das Ergebnis? Begründen Sie Ihre Angabe.
- b) Skizzieren Sie einen Carry-Save-Adder (CSavA) für  $n$  Bit, beschriften Sie Ein- und Ausgänge und erläutern Sie kurz die Funktion des Schaltkreises. Welche Rolle spielen Carry-Save-Addierer beim Wallace-Tree-Multiplizierer?
- c) In welcher Größenordnung liegen die Kosten und die Tiefe des Wallace-Tree-Multiplizierers, wenn Sie für die abschließende Addition einen Carry-Lookahead-Addierer verwenden können? Geben Sie dabei die Tiefe und die Kosten der einzelnen Teile des Multiplizierers (Multiplikationsmatrix aus AND-Gattern, CSavA-Baum, Carry-Lookahead-Addierer) an.

**Aufgabe 2****Punkte ( 6 )**

Zu einer Funktion  $f: \mathbb{B}^k \rightarrow \mathbb{B}$ , die von den Variablen  $x_0, \dots, x_{k-1}$  abhängt, sei die *Supportmenge*  $\text{supp}(f)$  die Untermenge der Menge  $\{x_0, \dots, x_{k-1}\}$  mit folgender Eigenschaft:

$$x_i \in \text{supp}(f) : \Longleftrightarrow f|_{x_i=0} \neq f|_{x_i=1} \quad (0 \leq i < k)$$

Beispiel: Für die Funktion  $f: \mathbb{B}^3 \rightarrow \mathbb{B}$  mit  $f(a, b, c) = a \cdot c$  gilt:  $\text{supp}(f) = \{a, c\}$ . Die Variable  $b$  ist also für die Funktion  $f$  „nicht wesentlich“.

Die Additionsfunktion  $+_n$  kann man als  $n + 1$  Funktionen

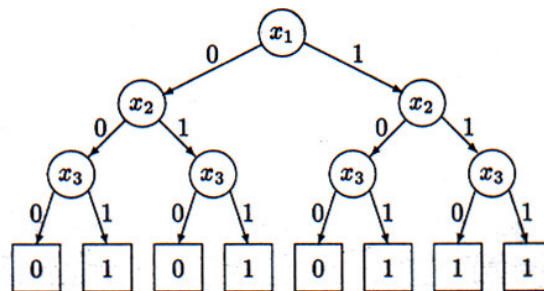
$$\begin{array}{rcl} s_n: \mathbb{B}^{2n+1} & \rightarrow & \mathbb{B} \\ s_{n-1}: \mathbb{B}^{2n+1} & \rightarrow & \mathbb{B} \\ & \vdots & \\ s_1: \mathbb{B}^{2n+1} & \rightarrow & \mathbb{B} \\ s_0: \mathbb{B}^{2n+1} & \rightarrow & \mathbb{B} \end{array}$$

auffassen. Berechnen Sie für jede Funktion  $s_i$  die Supportmenge als Untermenge von  $\{a_{n-1}, \dots, a_0, b_{n-1}, \dots, b_0, c\}$  und beweisen Sie Ihre Antwort.

**Aufgabe 3****Punkte ( 2, 2, 5, 1 )**

Binary Decision Diagrams (BDDs):

- Erklären Sie die Eigenschaften „frei“, „geordnet“ und „reduziert“. Welche dieser Eigenschaften muß ein BDD besitzen, um eine kanonische Darstellung einer booleschen Funktion zu sein?
- Welche weiteren Normalformen von booleschen Funktionen kennen Sie?
- Betrachten Sie folgendes BDD:



Reduzieren Sie das BDD, bis Sie ein vollständig reduziertes BDD erhalten haben; geben Sie dabei die einzelnen angewandten Reduktionsregeln an.

- Geben Sie einen booleschen Ausdruck an, der die gleiche boolesche Funktion wie das BDD repräsentiert.

**Aufgabe 4****Punkte ( 2, 2, 4 )**

- a) Was ist ein Spike und wie kann man Spikes vermeiden?
- b) Kann man alle Gatter aus der Bibliothek {AND, OR, NAND, NOR, XOR} spikefrei von der Eingangsbelegung (0, 1) nach (1, 0) umschalten? Begründen Sie Ihre Antwort.
- c) Berechnen Sie die minimale Verzögerungszeit für das spikefreie Umschalten eines OR-Gatters mit zwei Eingängen für den Übergang (0, 1)  $\rightarrow$  (1, 0), wobei  $\delta = 2.5ns$ . Geben Sie dabei an, wie Sie zu ihren Ergebnissen kommen.

	OR 74F32	
	min	max
$t_{PLH}$	3.0	6.6
$t_{PHL}$	3.0	6.3

**Aufgabe 5****Punkte ( 2, 2, 2, 2 )**

- a) Skizzieren Sie ein D-Latch auf Gatterebene wie es in der Vorlesung vorgestellt wurde. Vergessen Sie dabei nicht, die Leitungen zu beschriften.
- b) Beschreiben Sie kurz das Verhalten der Schaltung bei einem Schreibvorgang.
- c) Was ist der wesentliche Unterschied zwischen dem Schreibvorgang eines D-Latches und dem eines D-Flipflops?
- d) Was unterscheidet Schaltkreise, Schaltpläne und Schaltwerke? Welche der drei Mengen beinhaltet die beiden anderen?