Klausur Informatik II (SS 96)

(mit Lösungen)

Prof. Gert Smolka

- Schreiben Sie auf **jedes** abgegebene Blatt Name, Vorname und Matrikelnummer.
- Außer Schreibgeräten sind **keine Hilfsmittel** erlaubt.
- Sie finden am Ende der Aufgabenstellung Informationen zur RESA. Außerdem ist der Klausur ein Lösungsblatt beigefügt.
- **Ende** der Klausur ist um 17 Uhr.
- Wie üblich führt jeder **Täuschungsversuch** zum sofortigen Ausschluß und Nichtbestehen der Klausur.

Punkte

Die Klausur ist bestanden, wenn 50% der Punkte erzielt werden.

Teil	1	2	3	4	5	Summe
Punkte	29	19	20	23	24	115

1 Boolesche Ausdrücke (39 Punkte)

Aufgabe 1.1 (3 Punkte)

1. Geben Sie alle Teilmonome von $e = \overline{x_1}\,\overline{x_2}\,x_3\,x_4$ an. (1 Punkt)
2. Ist unter diesen Teilmonomen ein Implikant der von e berechneten Schaltfunktion? (1 Punkt)
3. Geben Sie einen Primimplikanten von e an. (1 Punkt)

Lösung

1. $1, \overline{x_1}, \overline{x_2}, x_3, x_4, \overline{x_1}\,\overline{x_2}, \overline{x_1}x_3, \overline{x_1}x_4, \overline{x_2}x_3, \overline{x_2}x_4, x_3x_4, \overline{x_1}\,\overline{x_2}x_3, \overline{x_1}\,\overline{x_2}x_4, \overline{x_1}x_3x_4, \overline{x_2}x_3x_4$
2. nein.
3. e selbst.

Aufgabe 1.2 (2 Punkte)
Geben Sie die Definition des Trägers einer Schaltfunktion $f : \{0,1\}^n \to \{0,1\}$ an.

Lösung

$T(f) := \{a \in \{0,1\}^n | f(a) = 1\}$

Aufgabe 1.3 (2 Punkte)
Gegeben sei die Schaltfunktion $f : \{0,1\}^5 \to \{0,1\}$ mit

$$f(x,y,z,u,v) := \overline{x \vee y} \wedge \overline{z \vee \overline{xv}}.$$

Geben Sie den Träger von f an.

Lösung
$T(f) = \emptyset$

Aufgabe 1.4 (3 Punkte)
Gegeben sei die Schaltfunktion $f : \{0,1\}^3 \to \{0,1\}$ mit

$$f(x_1,x_2,x_3) := (x_1 \vee x_2) \wedge (x_2 \vee \overline{x_3}).$$

1. Geben Sie den Träger von f an. (1 Punkt)
2. Geben Sie die vollständige disjunktive Normalform von f an. (1 Punkt)
3. Geben Sie die vollständige konjunktive Normalform von f an. (1 Punkt)

Lösung

1. $T(f) = \{010, 011, 100, 110, 111\}$
2. $f(x_1,x_2,x_3) = \overline{x_1}x_2\overline{x_3} \vee \overline{x_1}x_2x_3 \vee x_1\overline{x_2}\overline{x_3} \vee x_1x_2\overline{x_3} \vee x_1x_2x_3$
3. $f(x_1,x_2,x_3) = (x_1 \vee x_2 \vee x_3) \wedge (x_1 \vee x_2 \vee \overline{x_3}) \wedge (\overline{x_1} \vee x_2 \vee \overline{x_3})$

Aufgabe 1.5 (3 Punkte)
Gegeben sei die Schaltfunktion $f : \{0,1\}^3 \to \{0,1\}$ mit

x_1	x_2	x_3	$f(x_1,x_2,x_3)$
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

1. Geben Sie eine disjunktive Normalform von f an. (2 Punkte)
2. Gibt es eine disjunktive Normalform von f mit nur einem Monom? (1 Punkt)

Lösung

1. $f(x_1,x_2,x_3) = \overline{x_2}$
2. Ja, s.o.

Aufgabe 1.6 (2 Punkte)
Geben Sie alle Lösungen der Gleichung $x_1\,x_2 \vee x_2\,x_3 = 0$ an.

Lösung

5 Lösungen: $000, 001, 010, 100, 101$

Aufgabe 1.7 (2 Punkte)
Geben Sie die Kosten (1 Punkt) und Tiefe (1 Punkt) des folgenden Ausdrucks an:

$$e := (x_1 \vee (\overline{x_2} \wedge x_3)) \vee \overline{(x_4 \vee x_5)}.$$

Lösung

Kosten: 6, Tiefe 4.

Aufgabe 1.8 (4 Punkte)
Geben Sie eine möglichst gute Abschätzung der Kosten (2 Punkte) und Tiefe (2 Punkte) der vollständigen disjunktiven Normalform einer beliebigen n-stelligen Schaltfunktion f an.

Lösung

Kosten maximal $(2^n - 1)$ Disjunktionen
$2^n(n-1)$ Konjunktionen und
$\frac{1}{2}2^n n$ Negationen ergibt:

$$C(f) \leq 3n2^{n-1} \text{ (Buch: } n2^{n+1}).$$

Tiefe $\lceil \log(2^n - 1) \rceil$ für Disjunktion,
$\lceil \log(n-1) \rceil$ für Konjunktion und
1 für die Negation ergibt:

$$T(f) \leq n + \log(n) + 2$$

Aufgabe 1.9 (4 Punkte)
Gegeben sei die Schaltfunktion $f : \{0,1\}^4 \to \{0,1\}$ mit

$$\begin{aligned} f(x_1, x_2, x_3, x_4) := \; & \overline{x_1}\,\overline{x_2}\,\overline{x_3}\,\overline{x_4} \vee \overline{x_1}\,\overline{x_2}\,\overline{x_3}\,x_4 \vee \overline{x_1}\,\overline{x_2}\,x_3\,\overline{x_4} \\ & \vee \overline{x_1}\,\overline{x_2}\,x_3\,x_4 \vee \overline{x_1}\,x_2\,x_3\,x_4 \vee x_1\,x_2\,x_3\,x_4. \end{aligned}$$

1. Bestimmen Sie alle Primimplikanten von f nach dem Verfahren von Quine-McCluskey. Sie können dazu das Lösungsblatt verwenden. (2 Punkte)
2. Stellen Sie die Primimplikantentafel von f auf. (1 Punkt)
3. Geben Sie alle Minimalpolynome von f an. (1 Punkt)

Lösung

1. $L_1 = \{\overline{x_1}\,\overline{x_2}\,\overline{x_3}, \overline{x_1}\,\overline{x_2}\,\overline{x_4}, \overline{x_1}\,\overline{x_2}\,x_4, \overline{x_1}\,\overline{x_2}\,x_3, \overline{x_1}\,x_3\,x_4, x_2\,x_3\,x_4\}$, $P_1 = \{\}$
   $L_2 = \{\overline{x_1}\,\overline{x_2}\}$, $P_2 = \{\overline{x_1}\,x_3\,x_4, x_2\,x_3\,x_4\}$
   $L_3 = \{\}$, $P_3 = L_2 \cup P_2$
2.

	0000	0001	0010	0011	0111	1111
$\overline{x_1}\,\overline{x_2}$	1	1	1	1	0	0
$\overline{x_1}x_3x_4$	0	0	0	1	1	0
$x_2x_3x_4$	0	0	0	0	1	1

3. $f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \overline{x_1}\,\overline{x_2} \vee x_2\, x_3\, x_4$

Aufgabe 1.10 (2 Punkte)
Gegeben sei die Funktion $\Rightarrow: \{0,1\}^2 \to \{0,1\}$ gemäß der folgenden Tabelle. Wir verwenden die Schreibweise $x_1 \Rightarrow x_2$ für $\Rightarrow(x_1, x_2)$.

x_1	x_2	$x_1 \Rightarrow x_2$
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

1. Geben Sie einen booleschen Ausdruck an, der die Funktion $\Rightarrow$ realisiert. (1 Punkt)
2. Zeigen Sie, daß die Ausdrücke $x_1 \Rightarrow (x_2 \Rightarrow x_3)$ und $(x_1 \wedge x_2) \Rightarrow x_3$ äquivalent sind. (1 Punkt)

Lösung

1. $x_1 \Rightarrow x_2 \equiv \overline{x_1} \vee x_2$
2. $$\begin{aligned} x_1 \Rightarrow (x_2 \Rightarrow x_3) &\equiv \overline{x_1} \vee (\overline{x_2} \vee x_3) \\ &\equiv (\overline{x_1} \vee \overline{x_2}) \vee x_3 \\ &\equiv \overline{x_1 \wedge x_2} \vee x_3 \\ &\equiv (x_1 \wedge x_2) \Rightarrow x_3. \end{aligned}$$

Aufgabe 1.11 (2 Punkte)
In dieser Aufgabe betrachen wir eine Teilklasse, im folgenden NK-Ausdrücke genannt, von booleschen Ausdrücken, die als Funktionssymbole nur Negation und Konjunktion enthalten.

1. Bestimmen sie einen NK-Ausdruck, der zu
$$e = x_1 \vee (x_2\, \overline{x_3} \vee x_3\, \overline{x_4})$$
äquivalent ist. (1 Punkt)
2. Geben Sie ein Verfahren zur Transformation eines booleschen Ausdruckes mit $\wedge$, $\vee$,$\neg$ in einen NK-Ausdruck an. (1 Punkt)

Lösung

1. $e \equiv \overline{\overline{x_1} \wedge (\overline{x_2 \overline{x_3}} \wedge \overline{x_3 \overline{x_4}})}$
2. Jeder Teilausdruck $e_1 \vee e_2$ wird äquivalent umgeformt zu $\overline{\overline{e_1} \wedge \overline{e_2}}$.

2 Schaltkreise (19 Punkte)

Aufgabe 2.1 (1 Punkte)
Was ist der Unterschied zwischen Schaltkreisen und Schaltungen?

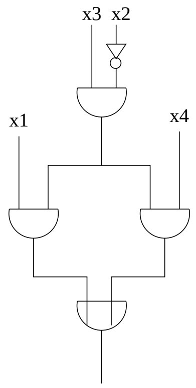
Lösung

Schaltkreise sind Bäume und dürfen keine Zykel enthalten. Schaltungen sind Graphen.

Aufgabe 2.2 (2 Punkte)
Zeichnen Sie einen Schaltkreis mit Kosten höchstens 5 für die Schaltfunktion $f : \{0,1\}^4 \to \{0,1\}$ mit

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4) := x_1\overline{x_2}x_3 \vee \overline{x_2}x_3x_4.$$

Lösung

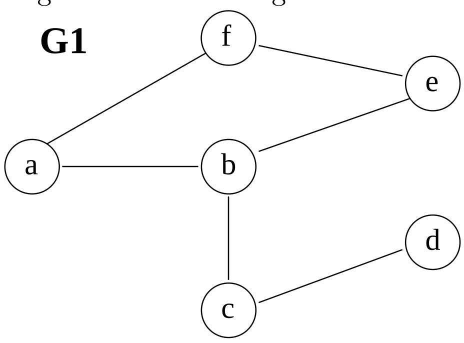


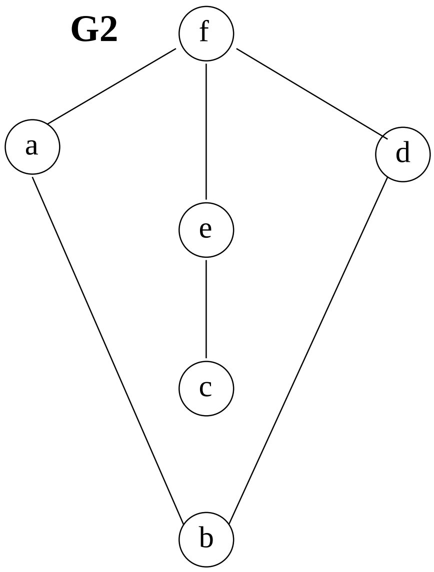
Aufgabe 2.3 (2 Punkte)
Gegeben seien die Bitfolgen $a = 11010011$, $b = 00101111$ und $c = 00000000$. Geben Sie die Hammingabstände $H(a,b)$ und $H(b,c)$ an.

Lösung

$H(a,b) = 6$, $H(b,c) = 5$

Aufgabe 2.4 (3 Punkte)
Gegeben seien die ungerichteten Graphen $G1$ und $G2$.





1. Geben Sie für jeden dieser Graphen die mathematische Darstellung (V, E) an. (2 Punkte)
2. Sind die Graphen isomorph? Warum bzw. warum nicht? (1 Punkt)

Lösung

1. $G_1 = \{\{a,b,c,d,e,f\},\{\{a,b\},\{a,f\},\{b,c\},\{b,e\},\{c,d\},\{e,f\}\}\}$
   $G_2 = \{\{a,b,c,d,e,f\},\{\{a,b\},\{a,f\},\{b,d\},\{c,e\},\{d,f\},\{e,f\}\}\}$
2. Die beiden Graphen sind isomorph: ein Isomorphismus $\phi : V_1 \to V_2$ ist $\phi(a) = a$, $\phi(b) = f$, $\phi(c) = e$, $\phi(d) = c$, $\phi(e) = d$, $\phi(f) = b$.

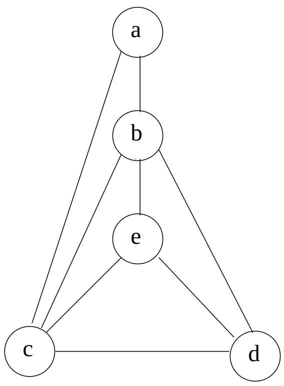
Aufgabe 2.5 (2 Punkte)
Zeichnen Sie den Graphen $G = (V, E)$ mit

$$V = \{a,b,c,d,e\}$$

$$E = \{\{a,b\},\{a,c\},\{b,c\},\{b,d\},\{b,e\},\{c,d\},\{c,e\},\{d,e\}\}$$

so daß sich keine Kanten kreuzen.

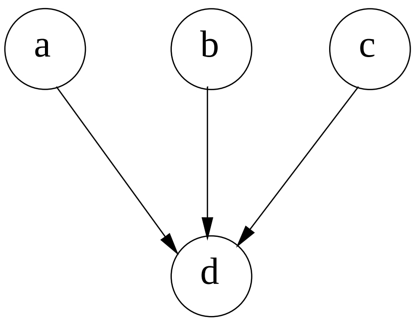
Lösung



Aufgabe 2.6 (2 Punkte)

1. Geben Sie einen gerichteten zykelfreien Graphen G mit 4 Knoten und $\text{indeg}(G) = 3$ sowie $\text{outdeg}(G) = 1$ an. (1 Punkt)
2. Geben Sie die Quellen, Senken und die Tiefe von G an. (1 Punkt)

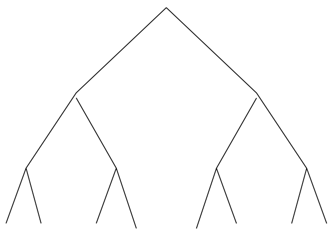
Lösung



Aufgabe 2.7 (3 Punkte)

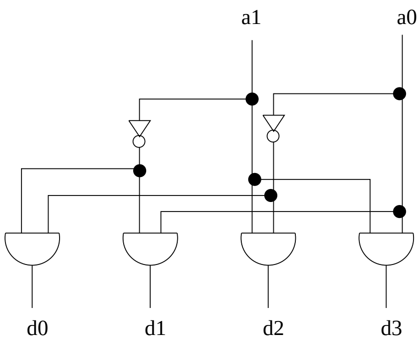
1. Zeichnen Sie einen balancierten binären Baum mit 8 Blättern. (1 Punkt)
2. Zeigen Sie durch Induktion über k: ein balancierter binärer Baum B_k mit 2^k Blättern hat die Tiefe $T(B_k) = k$. (2 Punkte)

Lösung

1. 
2. I.A. $k = 0$, der Baum hat nur ein Blatt, also ist die Tiefe 0.
   I.V. Für $k > 0$ habe der Baum die Tiefe k.
   I.S. Der balancierte binäre Baum mit $2^{(}k+1)$ Blättern entsteht dadurch, daß man 2 balancierte binäre Bäume mit 2^k Blättern unter einer gemeinsamen Wurzel einhängt. Dieser Baum hat dann die Tiefe: $T(B_{k+1}) = T(B_k) + 1 = k + 1$ qed.

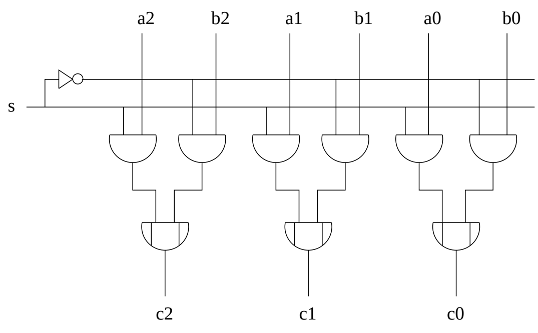
Aufgabe 2.8 (2 Punkte)
Zeichnen Sie einen 2-Bit Dekodierer mit $\wedge$-, $\vee$- und $\neg$-Gattern.

Lösung



Aufgabe 2.9 (2 Punkte)
Zeichnen Sie einen 3-Bit 2-fach Multiplexer mit $\wedge$-, $\vee$- und $\neg$-Gattern.

Lösung



3 Arithmetik (20 Punkte)

Aufgabe 3.1 (1 Punkte)
Geben Sie die 8-Bit Binärdarstellung von 46 an.

Lösung

$46 = \langle 00101110 \rangle$

Aufgabe 3.2 (1 Punkte)
Geben Sie die 8-Bit 2er-Komplementdarstellung von -46 an.

Lösung

$-46 = [11010010]$

Aufgabe 3.3 (1 Punkte)
Welche Zahl stellt die Bitfolge 11100011 dar, wenn Sie diese als 2er-Komplementdarstellung interpretieren?

Lösung

$[11100011] = - < 00011100 > -1 = -29$

Aufgabe 3.4 (1 Punkte)
Geben Sie die Darstellung von 308

1. als 9-stellige Binärzahl,
2. als 3-stellige Octalzahl und
3. als 3-stellige Hexadezimalzahl an.

Lösung

1. $308 = 100110100_2$
2. $308 = 464_8$
3. $308 = 134_{16}$

Aufgabe 3.5 (3 Punkte)
Seien $a_{n-1}, \ldots, a_0 \in \{0, 1\}$ $(n > 1)$ und $0 < l < n$. Zeigen Sie:

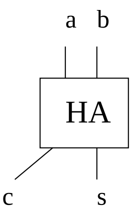
$$\langle a_{n-1}, \ldots, a_l \rangle \cdot 2^l + \langle a_{l-1}, \ldots, a_0 \rangle = \langle a_{n-1}, \ldots, a_0 \rangle$$

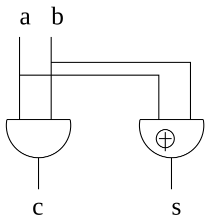
Lösung

$$\begin{aligned}
\langle a_{n-1}, \ldots, a_l \rangle \cdot 2^l + \langle a_{l-1}, \ldots, a_0 \rangle &= \left(\sum_{i=0}^{n-1-l} a_{l+i} 2^i \right) \cdot 2^l + \sum_{i=0}^{l-1} a_i 2^i \\
&= \sum_{i=l}^{n-1} a_i 2^i + \sum_{i=0}^{l-1} a_i 2^i \\
&= \sum_{i=0}^{n-1} a_i 2^i \\
&= \langle a_{n-1}, \ldots, a_0 \rangle
\end{aligned}$$

Aufgabe 3.6 (1 Punkte)
Zeichnen Sie einen Halbaddierer (HA) unter Verwendung von $\oplus$- und $\wedge$-Gattern.

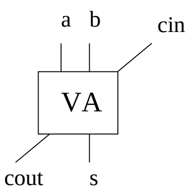
Lösung

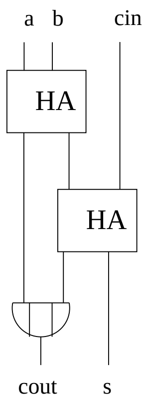




Aufgabe 3.7 (1 Punkte)
Zeichnen Sie einen Volladdierer (VA) unter Verwendung von Halbaddierern und $\vee$-Gattern.

Lösung



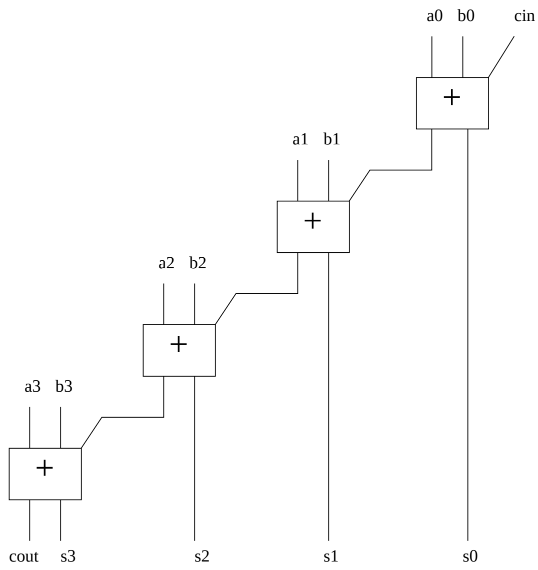


Aufgabe 3.8 (3 Punkte)

1. Zeichnen Sie einen 4-Bit Carry-Chain-Addierer unter Verwendung von Volladdierern. (2 Punkte)
2. Geben Sie die Tiefe dieses Addierers an. (1 Punkt)

Lösung

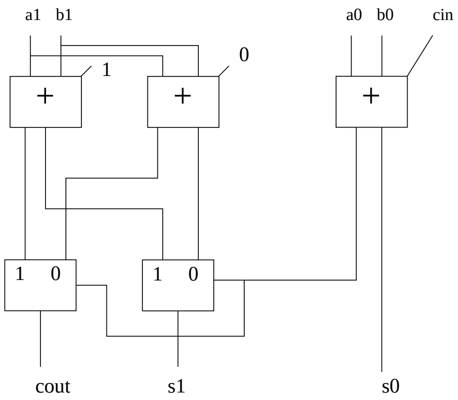
1.



2. Tiefe: 9 (allg. $n \cdot 2 + 1$), da für das Carry-Chain nur 2 Gatter pro VA benötigt werden.
   12 (allg. $3 \cdot n$) wenn man jeden VA mit Tiefe 3 zählt.

Aufgabe 3.9 (3 Punkte)
Zeichnen Sie einen 2-Bit Conditional-Sum-Addierer mit Volladdierern und 1-Bit 2-fach Multiplexern.

Lösung



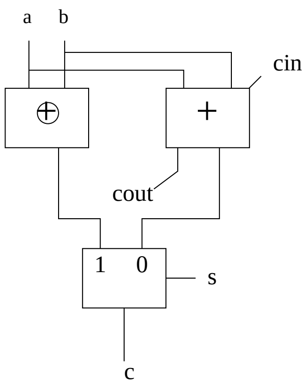
Aufgabe 3.10 (3 Punkte)
Konstruieren Sie eine kaskadierbare n-Bit ALU mit den Eingängen $s \in \{0,1\}, a, b \in \{0,1\}^n, cin \in \{0,1\}$ und den Ausgängen $cout \in \{0,1\}, c \in \{0,1\}^n$, die die Funktionen

$$\langle cout, c \rangle = \langle a \rangle + \langle b \rangle + cin \text{ für } s = 0$$

$$c = a \oplus b \text{ für } s = 1$$

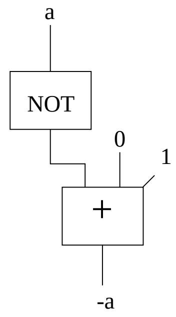
realisiert. Verwenden Sie einen n-Bit Multiplexer, einen n-Bit Addierer und die üblichen Gatter.

Lösung



Aufgabe 3.11 (2 Punkte)
Geben Sie eine Schaltung an, die die Negation einer Zahl in 2er-Komplementdarstellung berechnet. Verwenden Sie einen n-Bit Addierer und einen n-Bit Invertierer.

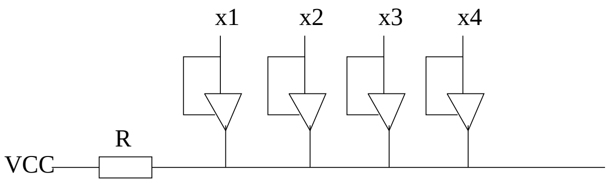
Lösung



4 Speicher (23 Punkte)

Aufgabe 4.1 (1 Punkte)
Realisieren Sie $x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge x_4$ mit Tristate-Treibern (ohne $\wedge$-Gatter).

Lösung



Aufgabe 4.2 (4 Punkte)
Gegeben sei eine Technologie, die NAND-Gatter mit Verzögerungszeiten $t_{PLH} = (10, 30)$ und $t_{PHL} = (5, 20)$ und $\delta = 1$ realisiert.
Leiten Sie den Sicherheitsabstand her, der für das spikefreie Umschalten des NAND-Gatters einzuhalten ist.

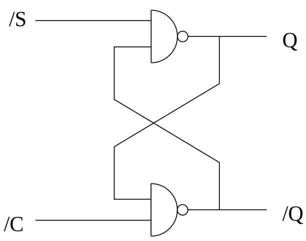
Lösung

Sicherheitsabstand beim Umschalten eines Eingangs von 1 nach 0: $t_{PLH} + 2\delta = 32$

Aufgabe 4.3 (6 Punkte)
Der Sicherheitsabstand für das spikefreie Umschalten eines NAND-Gatters mit $t_{PLH} = (30, 90)$ und $t_{PHL} = (15, 60)$ betrage 100.

1. Zeichnen Sie ein R/S-Flipflop, das aus zwei dieser NAND-Gatter besteht. (1 Punkt)
2. Bestimmen Sie seine Pulsweite x, (3 Punkte)
3. seine Verzögerungszeit $t_{P/SQ}$ von /S bis Q (1 Punkt)
4. und seine Verzögerungszeit $t_{P/S/Q}$ von /S bis /Q. (1 Punkt)

Lösung

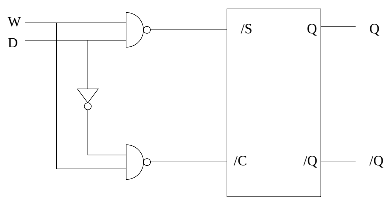
1. 

2. $x \geq max(t_{P/S/Q}) + 100 = 150 + 100 = 250$
3. $t_{P/SQ} = (30, 90)$
4. $t_{P/S/Q} = (45, 150)$

Aufgabe 4.4 (4 Punkte)

1. Zeichnen Sie ein D-Latch bestehend aus einem R/S-Flipflop, zwei NAND-Gattern und einem $\neg$-Gatter. (1 Punkt)
2. Bestimmen Sie die Pulsweite des D-Latches unter der Annahme, daß die Verzögerungszeiten für NAND- und $\neg$-Gatter $t_{PLH} = (10, 30)$ bzw. $t_{PHL} = (5, 20)$ betragen und daß das R/S-Flipflop eine Pulsweite $x = 10$ habe. (3 Punkte)

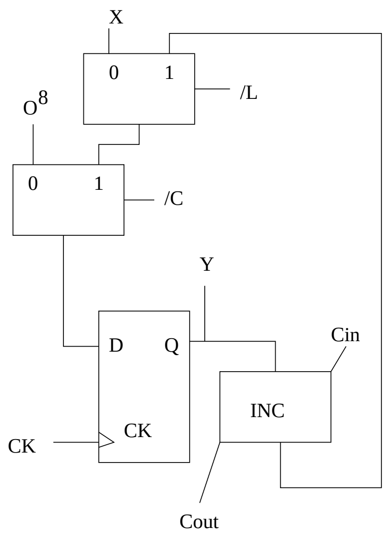
   Lösung

1. 

2. $y = x - min(t_{PLH}) + max(t_{PHL}) = 20$

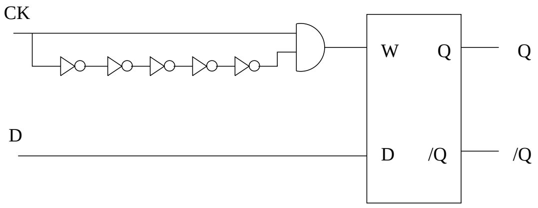
Aufgabe 4.5 (3 Punkte)
Zeichnen Sie einen n-Bit Zähler mit den Eingängen CK, Cin, X, /L, /C und den Ausgängen Y und Cout. Dazu verwenden Sie Register, Multiplexer und Inkrementierer.

Lösung



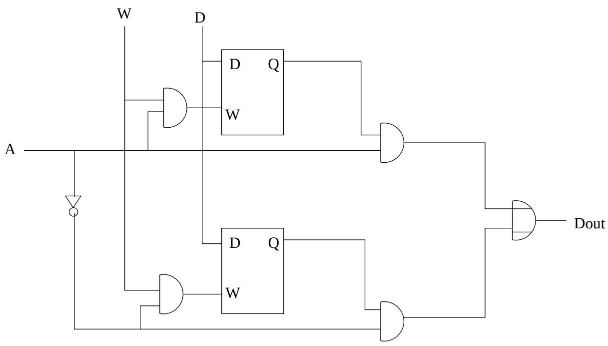
Aufgabe 4.6 (2 Punkte)
Zeichnen Sie ein D-Flipflop unter Verwendung eines D-Latches, dessen Verzögerungskette aus 4 Invertierern besteht.

Lösung



Aufgabe 4.7 (3 Punkte)
Zeichnen Sie ein SRAM mit 1-Bit Adreß- und Datenbreite. Lassen Sie die Treiberbäume weg.

Lösung



5 RESA (24 Punkte)

Benutzen Sie die beigefügten Informationen zur RESA: Phasendiagramm, Zeitdiagramm, Datenpfade und Befehlstabelle.

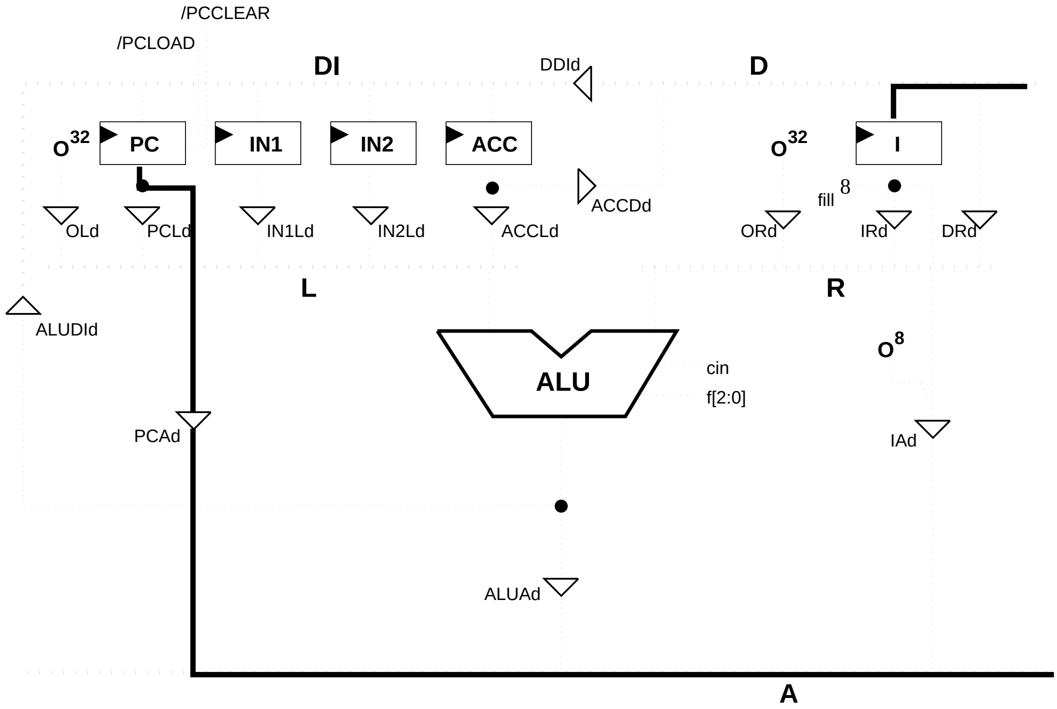
Aufgabe 5.1 (1 Punkte)
Schreiben Sie ein RESA-Programm, das die Inhalte der Speicherzellen a bis $a+n-1$ aufaddiert, wenn $s > 0$ gilt. Bei $s \leq 0$ soll die konjunktive Verknüpfung dieser Zelleninhalte berechnet werden. Die Anfangsadresse a befinde sich beim Programmstart in Speicherzelle 100 und die Größe n in Zelle 101 und s in Zelle 102. Das Ergebnis soll nach Zelle 103 geschrieben werden.

Lösung

```
0    LOAD IN1 100       ; IN1:=a
1    LOADI ACC 0
2    STORE 103
3    LOAD ACC 102
4    JUMP<= 10
5    LOAD ACC 101       ; ACC:=n
6    JUMP<= 17          ; if n¡=0 then end
7    SUBI ACC 1
8    STORE 101          ; n:=n-1
9    LOADIN1 ACC 0
10   ADD ACC 103
11   STORE 103
12   ADDI IN1 1
13   JUMP -8
14   LOAD ACC 101       ; ACC:=n
15   JUMP<= 8           ; if n¡=0 then end
16   SUBI ACC 1
17   STORE 101          ; n:=n-1
18   LOADIN1 ACC 0
19   AND ACC 103
20   STORE 103
21   ADDI IN1 1
22   JUMP -8
```

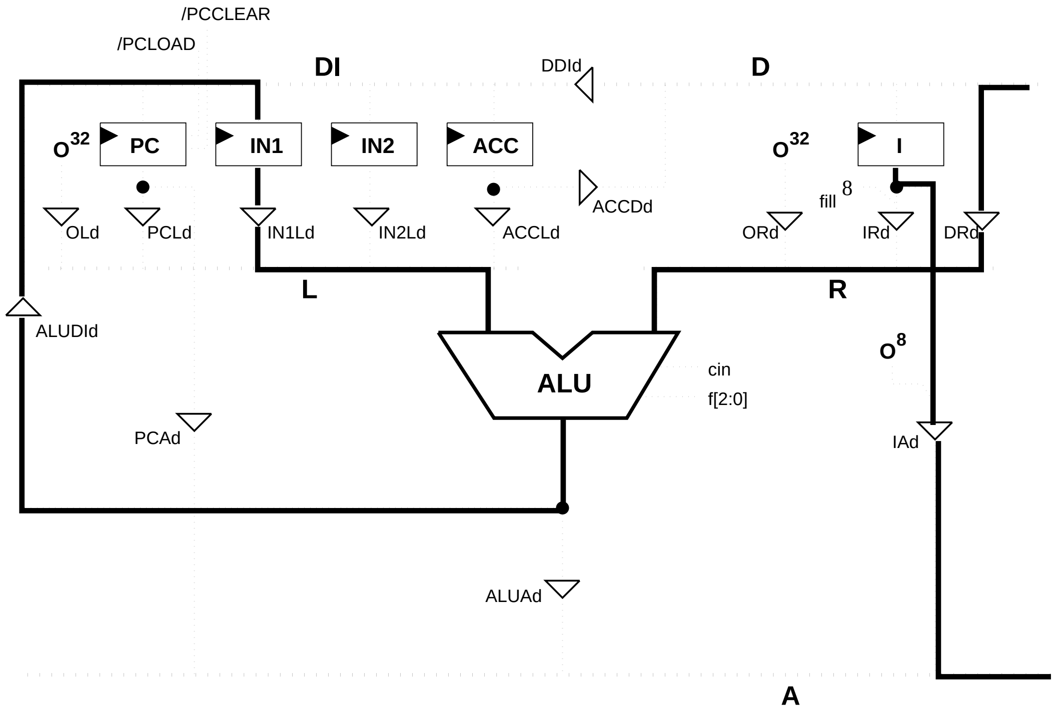
Aufgabe 5.2 (1 Punkte)
Markieren Sie auf dem Lösungsblatt die Datenpfade für die Fetchphase.

Lösung



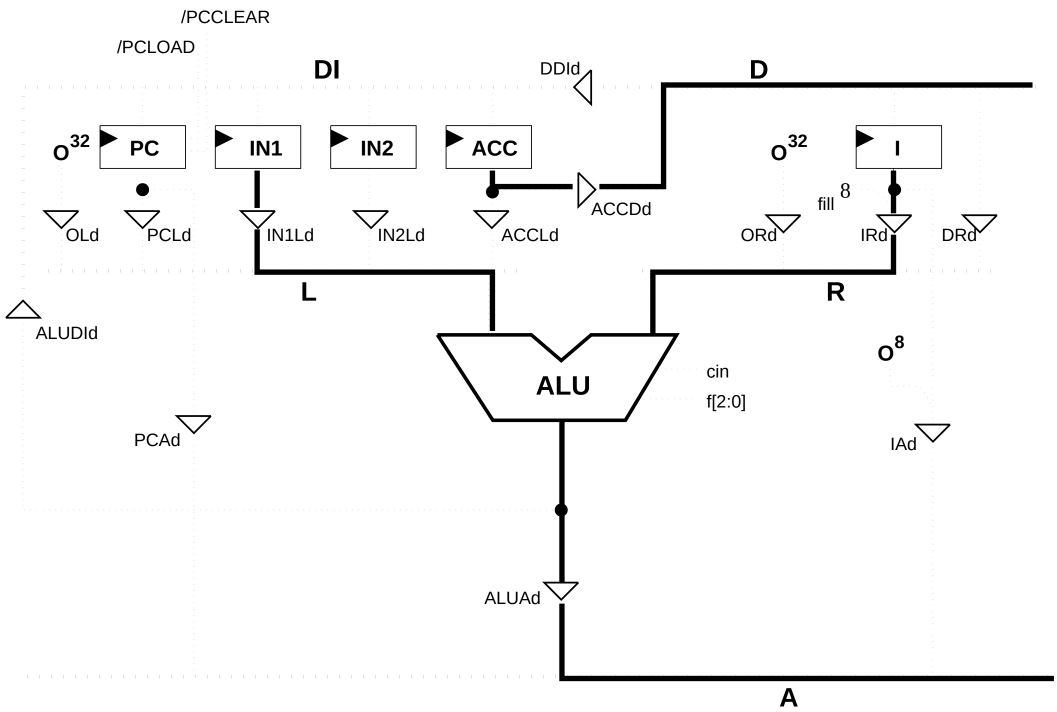
Aufgabe 5.3 (1 Punkte)
Markieren Sie auf dem Lösungsblatt die Datenpfade für die Executephase des Befehls `ADD IN1 i`.

Lösung



Aufgabe 5.4 (1 Punkte)
Markieren Sie auf dem Lösungsblatt die Datenpfade für die Executephase des Befehls `STOREIN1 i`.

Lösung



Aufgabe 5.5 (2 Punkte)
Für welche Befehle benötigt die RESA den Treiber ACCDd?

Lösung

STOREIN1, STOREIN2, STORE.

Aufgabe 5.6 (2 Punkte)
Für welche Befehle muß ACC eingeclockt werden?

Lösung

Load-und Compute-Befehle wenn D=ACC und MOVE D ACC.

Aufgabe 5.7 (2 Punkte)
Bei welchen Befehlen wird der Treiber IRd aktiviert?

Lösung

Compute Immediate, JUMP, LOADIN1, LOADIN2, LOADI, STOREIN1, STOREIN2.

Aufgabe 5.8 (1 Punkte)
Geben Sie die PAL-Gleichungen für das Signal /Ick an.

Lösung

```
/Ick := /e * /s1 * s0
```

Aufgabe 5.9 (1 Punkte)
Geben Sie die PAL-Gleichungen für das Signal /PCck an.

Lösung

```
/PCck := e * /s1 * s0
```

Aufgabe 5.10 (1 Punkte)
Für welche Zwecke benutzt die Kontrollogik der RESA das negierte Clocksignal /ck?

Lösung

Für die Treiber auf den Adreßbus.

Aufgabe 5.11 (4 Punkte)
Leiten Sie die PAL-Gleichung für das Signal /ACCLdoe her.

Lösung

```
ACCLdoe := /e * s1 * s0 * /I31 * /I30 *             I25 * I24 ; Compute
         + /e * s1 * s0 *  I31 * /I30 * I29 * I28 * I27 * I26 ; MOVE
         + ACCLdoe * e * /s1   ; Halteterm P1/P2
         + ACCLdoe * e * /s0   ; Halteterm P1/P3
```

Aufgabe 5.12 (4 Punkte)

1. Geben Sie die PAL-Gleichung für das Signal /fill an. (3 Punkte)
2. Gibt es eine PAL-Gleichung mit 3 Monomen? (1 Punkt)

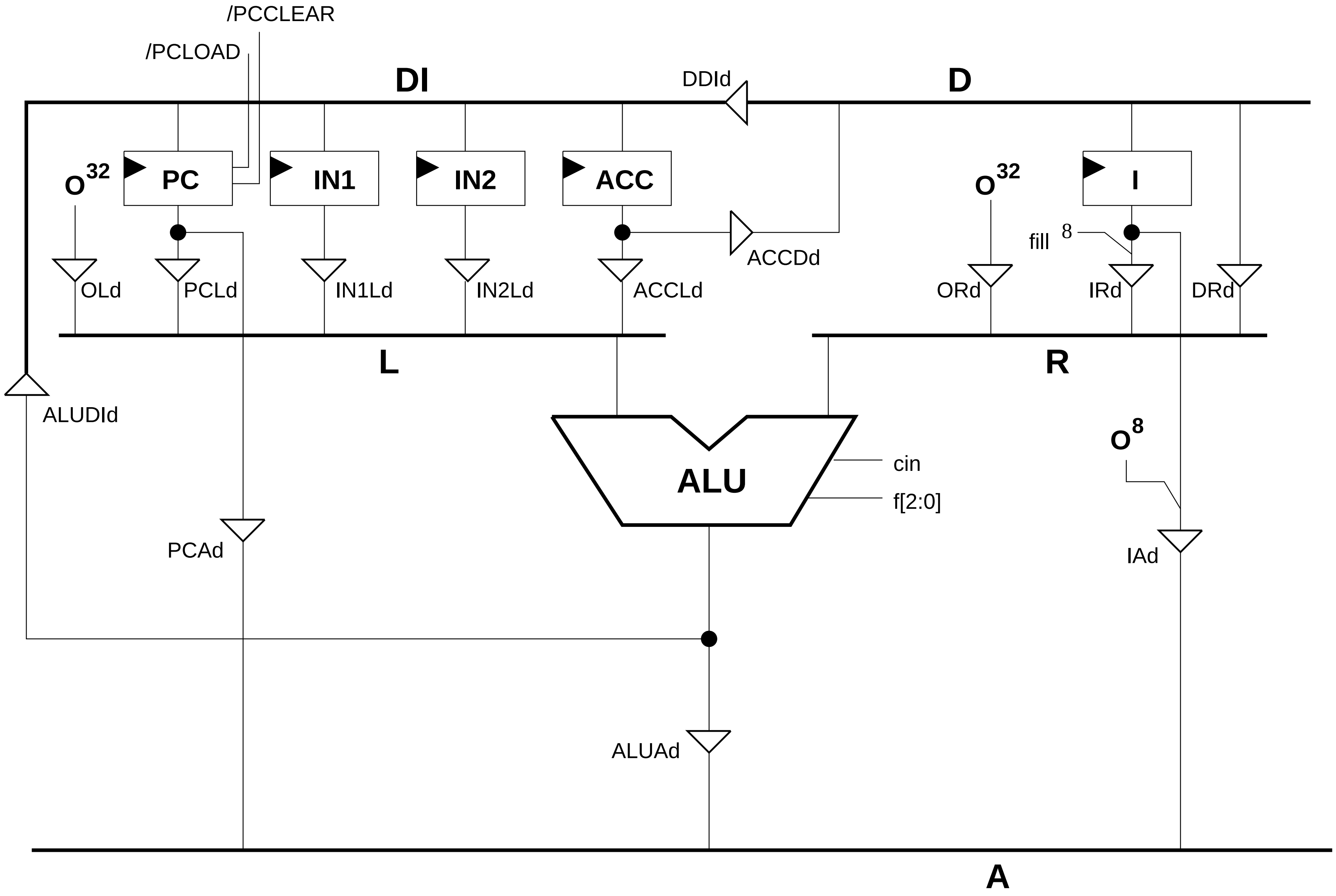
Lösung

1.
```
if VCC /fill = /I23   ; High-Bit
             + /I31 * /I30 * /I29 * I28 ; Compute Immediate
             + /I31 * I30 * I29 * I28   ; LOADI
```
2. s.o.

Aufgabe 5.13 (3 Punkte)
Geben Sie die drei im Buch und der Vorlesung genannten Optimierungen für die RESA an.

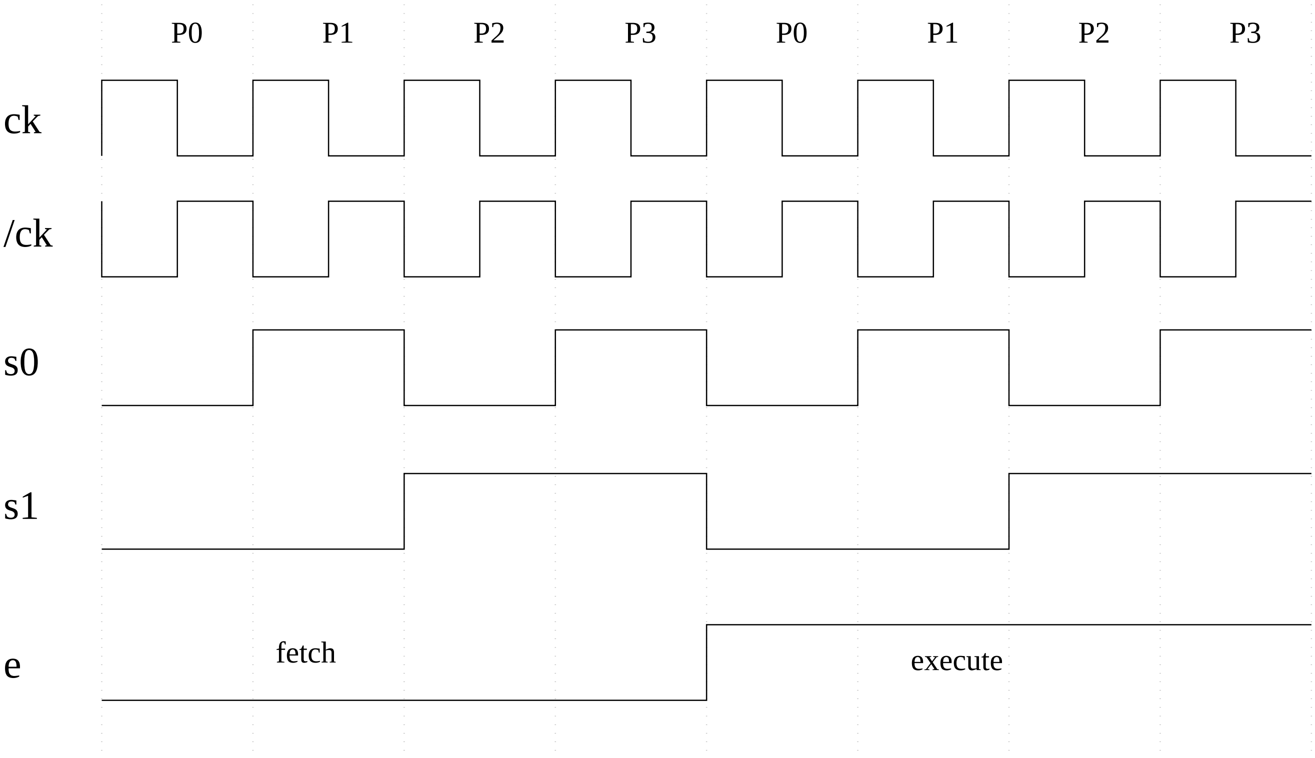
Lösung

1. Verkürzung von Fetch um 1 Phase.
2. Schnellere (Carry-Lookahead) ALU.
3. Längere Aktivierung der Treiber auf den Adreßbus.

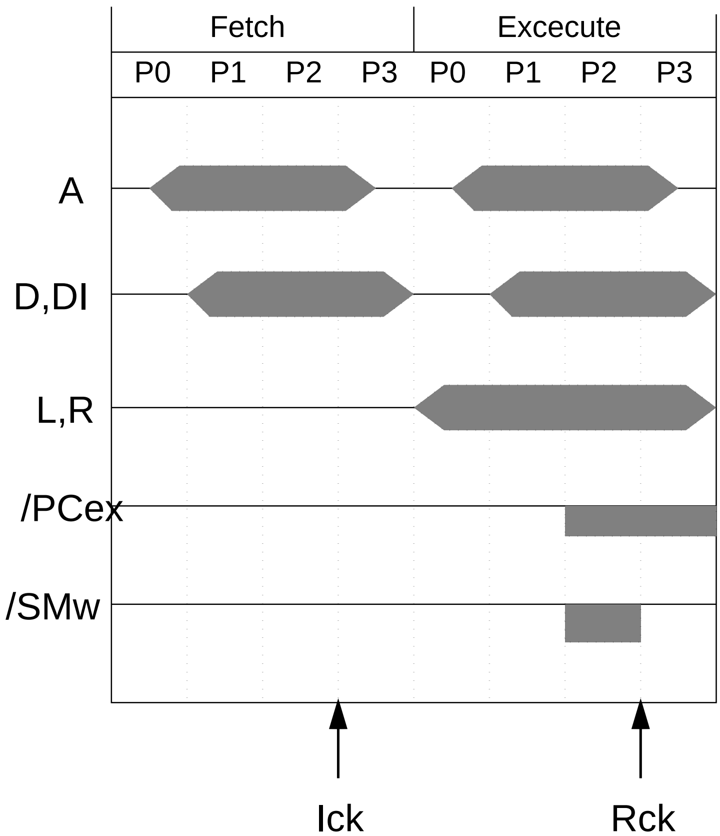


Datenpfade der RESA

Phasensignale der RESA



Zeitdiagramm der RESA



Befehlstabelle

$I[31:24]$	Befehl	Wirkung
Load Befehle		
0100xxDD	LOAD $D\ i$	$D := M(\langle i \rangle)$
0101xxDD	LOADIN1 $D\ i$	$D := M(\langle IN1 \rangle + [i])$
0110xxDD	LOADIN2 $D\ i$	$D := M(\langle IN2 \rangle + [i])$
0111xxDD	LOADI $D\ i$	$D := 0^8 i$
Store Befehle		
1000xxxx	STORE i	$M(\langle i \rangle) := ACC$
1001xxxx	STOREIN1 i	$M(\langle IN1 \rangle + [i]) := ACC$
1010xxxx	STOREIN2 i	$M(\langle IN2 \rangle + [i]) := ACC$
1011SSDD	MOVE $S\ D$	$D := S$
Compute Befehle		
000010DD	SUBI $D\ i$	$[D] := [D] - [i]$
000011DD	ADDI $D\ i$	$[D] := [D] + [i]$
000100DD	OPLUSI $D\ i$	$D := D \oplus 0^8 i$
000101DD	ORI $D\ i$	$D := D \vee 0^8 i$
000110DD	ANDI $D\ i$	$D := D \wedge 0^8 i$
001010DD	SUB $D\ i$	$[D] := [D] - [M(\langle i \rangle)]$
001011DD	ADD $D\ i$	$[D] := [D] + [M(\langle i \rangle)]$
001100DD	OPLUS $D\ i$	$D := D \oplus M(\langle i \rangle)$
001101DD	OR $D\ i$	$D := D \vee M(\langle i \rangle)$
001110DD	AND $D\ i$	$D := D \wedge M(\langle i \rangle)$
Jump Befehl		
11CCCxxx	JUMP$_c$ i	$\langle PC \rangle := \begin{cases} \langle PC \rangle + [i] & [ACC]\ c\ 0 \\ \langle PC \rangle + 1 & \textit{sonst} \end{cases}$

Registercodes

SS,DD	Register
00	PC
01	$IN1$
10	$IN2$
11	ACC

Bedingungscodes

CCC	Bedingung c
000	false
001	$>$
010	$=$
011	$\geq$
100	$<$
101	$\neq$
110	$\leq$
111	true