

Klausur zur Vorlesung

Grundlagen der Technische Informatik / Digitaltechnik (GTI/DT)

Prof. Marco Platzner
Fachgebiet Technische Informatik
Universität Paderborn

06.08.2012

- Die Bearbeitungsdauer beträgt für alle Studenten **90 Minuten**. Es sind **alle 5 Aufgaben** zu bearbeiten.
- Es sind keine Hilfsmittel zugelassen.
- Schreiben Sie nicht mit Bleistift oder Rotstift.
- Verwenden Sie kein eigenes Papier. Bei Bedarf bekommen Sie Papier bei der Klausuraufsicht.
- Schreiben Sie auf jedes Blatt (auch auf das Konzeptpapier) in Blockschrift Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer.
- Bei mehreren präsentierten Lösungen wird die Aufgabe nicht gewertet! Streichen Sie daher bei Angabe mehrerer Lösungsansätze die nicht zu bewertenden Lösungen durch! Verwenden Sie kein Tipp-Ex.
- Abschreiben und abschreiben lassen oder Hilfe Dritter führt zum Nichtbestehen der Klausur.

Nachname: _____

Vorname: _____

Matrikelnummer: _____

Studiengang: _____

Aufkleber

Aufgabe	1	2	3	4	5	Σ
Punkte	15	15	20	15	25	90
Erreicht						

Aufgabe 1 (Multiple Choice)

[15 Punkte]

Bei den folgenden Fragen können keine, eine oder mehrere Antworten richtig sein. Kreuzen Sie die richtigen Antworten deutlich an.

(a) Zu einer Booleschen Funktion gibt es nur eine(n) eindeutige(n) ...

- ☐ Minterm-Normalform
- ☐ Wahrheitstabelle
- ☐ algebraischen Ausdruck
- ☐ Maxterm-Normalform

(b) Gatter in nMOS-Technik ...

- ☐ benötigen weniger Transistoren als Gatter in pMOS-Technik
- ☐ haben einen höheren Ruhestrom als Gatter in CMOS-Technik
- ☐ lassen sich an den Ausgängen zu Bussen zusammenschalten

(c) Die Genauigkeit einer Gleitkommazahl ...

- ☐ hängt ab von der Mantissenbreite
- ☐ hängt ab vom Wert des Exponenten
- ☐ ist über den gesamten Wertebereich konstant
- ☐ wird erhöht bei Verwendung eines *hidden bit*

NAME:

Matrikelnummer:

(d) Abhängig von der Anzahl der Stellen n benötigt ein Carry-Look Ahead Addierer ...

- ☐ $\mathcal{O}(n)$ Gatter
- ☐ $\mathcal{O}(n \ln(n))$ Gatter
- ☐ $\mathcal{O}(n^2)$ Gatter

(e) Vergleichen Sie SRAM und DRAM.

- ☐ DRAMs gibt es in grösseren Kapazitäten als SRAMs.
- ☐ DRAMs haben kürzere Zugriffszeiten als SRAMs.
- ☐ DRAMs behalten den Speicherinhalt, wenn die Betriebsspannung abgeschaltet wird, SRAMs nicht.

Aufgabe 2 (VHDL)

[15 Punkte]

Abbildung 1 zeigt eine digitale Schaltung, die aus dem Eingangssignal x das Ausgangssignal $y = (y_0, y_1)$ erzeugt.

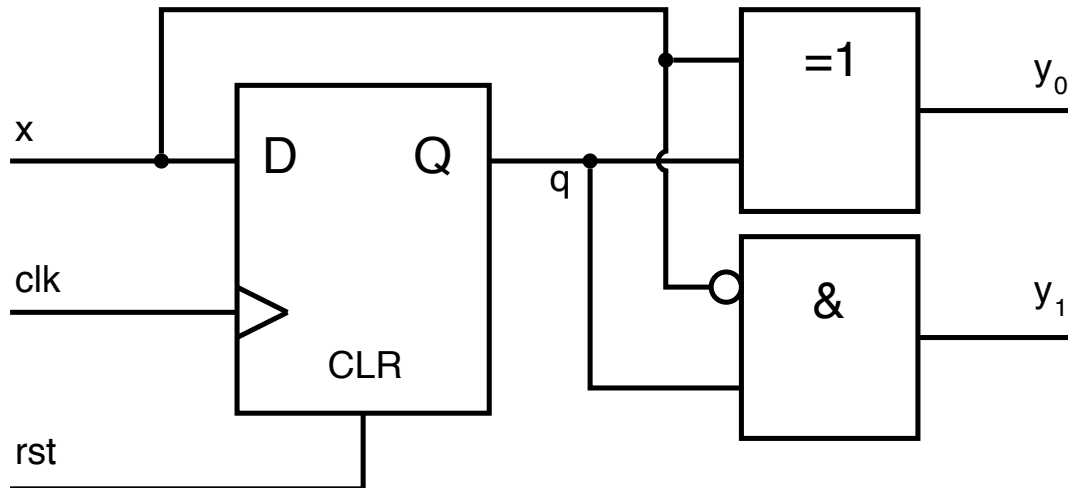


Abbildung 1: Schaltung für Teilaufgaben (a) und (b)

NAME:

Matrikelnummer:

(a)

(8 Punkte)

Ergänzen Sie die unten angegebene VHDL-Beschreibung so, dass diese die Schaltung aus Abbildung 1 beschreibt.

```
library IEEE;  
use IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;
```

```
entity Aufgabe2 is  
    port(  
        _____;  
        _____;  
        _____;  
        _____;  
    );  
end entity;
```

```
architecture imp of Aufgabe2 is
```

```
begin
```

```
    y(1) <= _____;
```

```
    y(0) <= _____;
```

```
    process(_____) begin
```

```
        _____  
        _____  
        _____  
        _____  
    end process;
```

```
end architecture;
```

Ersatzlösung für Teilaufgabe (a). Bitte unzulässige Lösung streichen!

```
library IEEE;
use IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;

entity Aufgabe2 is
    port(
        _____;
        _____;
        _____;
        _____
    );
end entity;

architecture imp of Aufgabe2 is

begin
    _____;

    y(1) <= _____;
    y(0) <= _____;

    process(_____ ) begin
        _____
        _____
        _____
        _____
        _____
    end process;

end architecture;
```

NAME:

Matrikelnummer:

(b)

(7 Punkte)

Gegeben sei der Verlauf der Eingangssignale wie in Abbildung 2 dargestellt. Zeichnen Sie den Verlauf der Signale y und q ein.

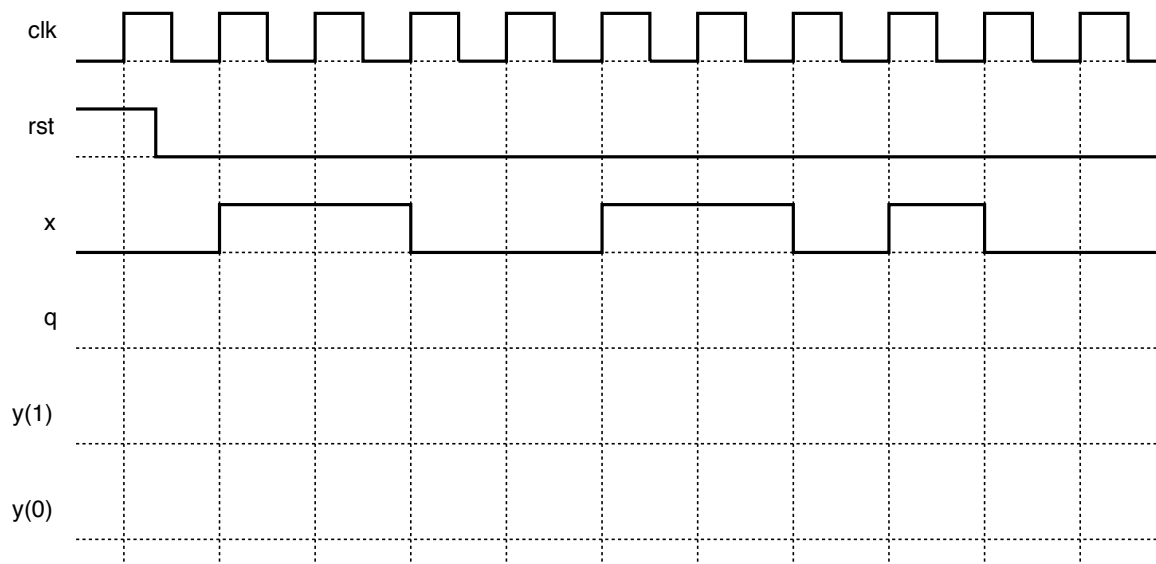


Abbildung 2: Signalverlauf

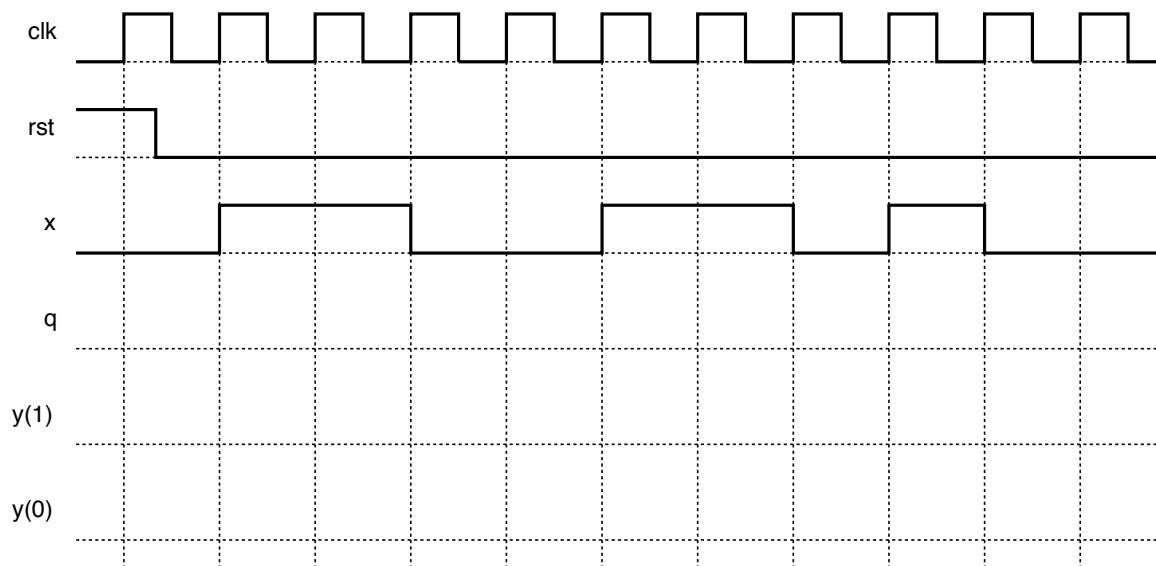


Abbildung 3: Signalverlauf (**Ersatzlösung**. Bitte unzulässige Lösung streichen!)

Aufgabe 3 (Kombinatorische Logik, Zustandsminimierung)

[20 Punkte]

Ein Codeumsetzer überträgt eine digital codierte Information in eine andersartige digitale Form. Abbildung 4 zeigt einen BCD-Gray Codeumsetzer mit 4 Eingängen $x_3..x_0$ und vier Ausgängen $z_3..z_0$, der binär codierte Dezimalziffern in den Gray Code umwandelt.

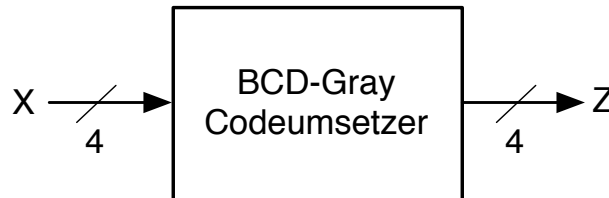


Abbildung 4: 4-bit Codeumsetzer

Dieser Codeumsetzer hat ...

- ein 4-bit Wort als Eingang, das eine binär codierte Dezimalzahl (BCD) darstellt.
- ein 4-bit Wort als Ausgang, das das am Eingang anliegende Wort in Gray Code darstellt.

Der Gray Code ist ein Code, bei dem sich aufeinander folgende Codewörter nur in einem Bit unterscheiden. Die Hamming-Distanz aller benachbarter Codewörter ist 1.

NAME:

Matrikelnummer:

(a)

(8 Punkte)

Füllen Sie die angegebene Wahrheitstabelle mit den Booleschen Werten für den 4-bit BCD-Gray Codeumwandler. Verwenden Sie „Don't Cares“(X) in Fällen, in denen es möglich ist.

x_3	x_2	x_1	x_0	z_3	z_2	z_1	z_0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1				
0	0	1	0				
0	0	1	1				
0	1	0	0				
0	1	0	1				
0	1	1	0				
0	1	1	1				
1	0	0	0				
1	0	0	1				
1	0	1	0				
1	0	1	1				
1	1	0	0				
1	1	0	1				
1	1	1	0				
1	1	1	1				

Ersatztable. Bitte ungültige Lösung streichen!

x_3	x_2	x_1	x_0	z_3	z_2	z_1	z_0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1				
0	0	1	0				
0	0	1	1				
0	1	0	0				
0	1	0	1				
0	1	1	0				
0	1	1	1				
1	0	0	0				
1	0	0	1				
1	0	1	0				
1	0	1	1				
1	1	0	0				
1	1	0	1				
1	1	1	0				
1	1	1	1				

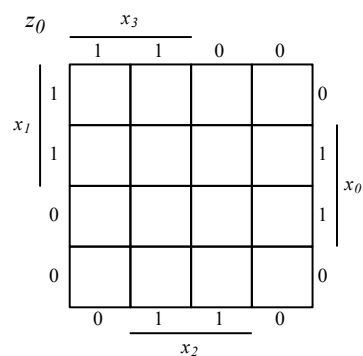
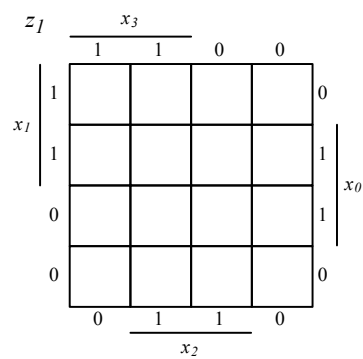
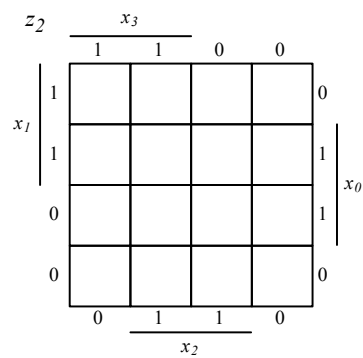
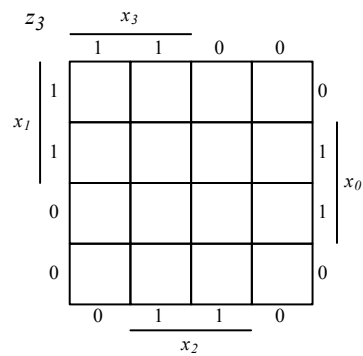
NAME:

Matrikelnummer:

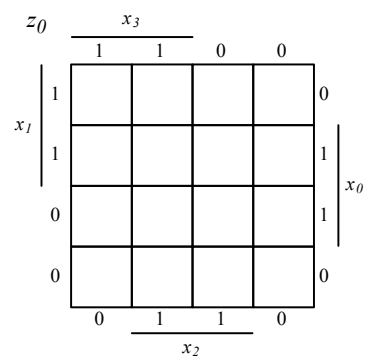
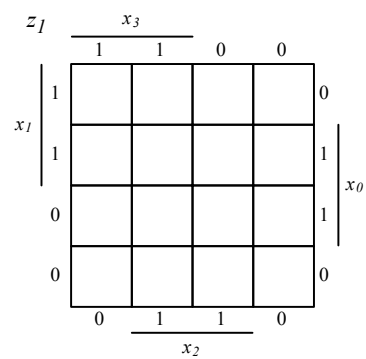
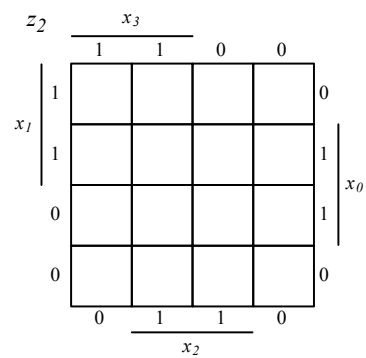
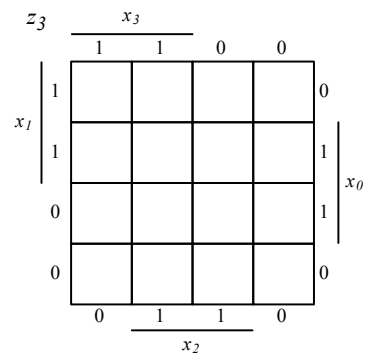
(b)

(6 Punkte)

Bestimmen Sie die minimalen SOP-Formen für die einzelnen Ausgaben $z_3..z_0$ mit Hilfe der unten angegebenen Karnaugh-Diagramme.



Ersatzdiagramme, ungültige Lösung streichen!



$z_3 =$ _____

$z_2 =$ _____

$z_1 =$ _____

$z_0 =$ _____

(c) **(6 Punkte)**

Entwerfen Sie eine Schaltung für den 4-bit BCD-Gray Codeumsetzer. Benutzen Sie nur NAND Gatter mit 2 Eingängen und Inverter. Ihr Entwurf soll optimal sein, d.h. Sie sollen die minimale Anzahl an Gattern verwenden.

NAME:

Matrikelnummer:

Ersatzdiagramm. Bitte ungültige Lösung streichen!

Aufgabe 4 (Gleitkommaarithmetik)

[15 Punkte]

Gegeben seien die beiden Dezimalzahlen $a = 4,25$ und $b = 0,375$.

(a)

(4 Punkte)

Wandeln Sie die Zahlen a und b in Binärzahlen im IEEE 754, single precision, Gleitkommaformat um:

$a=4,25$:

Vorzeichen (1 bit):

Mantisse (23 bit):

Exponent (8 bit, Exzessdarstellung mit Verschiebungskonstante 127):

$b=0,375$:

Vorzeichen (1 bit):

Mantisse (23 bit):

Exponent (8 bit, Exzessdarstellung mit Verschiebungskonstante 127):

NAME:

Matrikelnummer:

(b)

(5 Punkte)

Führen Sie die Berechnung der Binärzahlen

$$a + b = c$$

aus und geben Sie das Ergebnis an. Benutzen Sie hierzu den aus der Vorlesung bekannten Algorithmus zur Gleitkomma-Addition und benennen Sie die einzelnen Schritte.

1.) _____

2.) _____

3.) _____

4.) _____

$c =$ _____

NAME:

Matrikelnummer:

(c)

(6 Punkte)

Führen Sie die Multiplikation der Binärzahlen $a \cdot b = d$ aus. Benutzen Sie hierzu den aus der Vorlesung bekannten Algorithmus zur Gleitkomma-Multiplikation.

1. Exponentenberechnung

2. Mantissenberechnung

3. Mantisse nach 23 Stellen abschneiden (falls nötig)

4. Ergebnis normalisieren

$d =$ _____

Aufgabe 5 (Entwurf auf Register-Transfer-Ebene)**[25 Punkte]**

Abbildung 5 zeigt den Datenpfad für einen sequentiellen Multiplikierer für 4-Bit vorzeichenlose Zahlen.

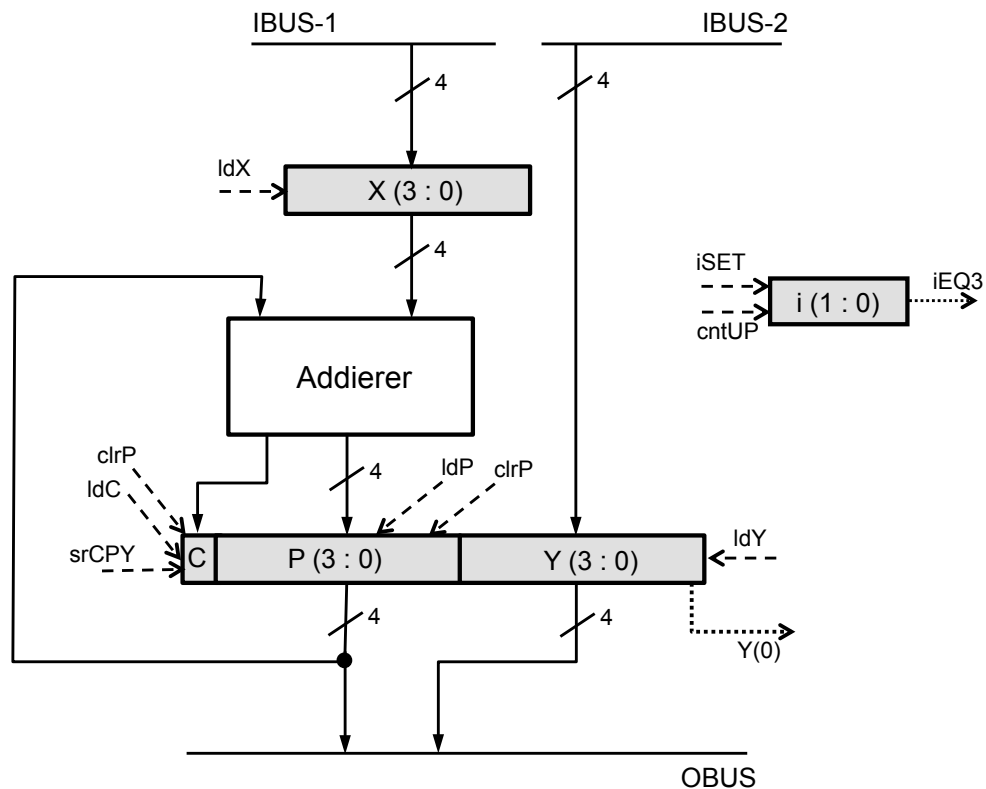


Abbildung 5: Sequentieller Multiplikierer

Die Steuersignale haben folgende Bedeutung:

ldX	lade Register X	srCPY	schiebe Register (C,P,Y) nach rechts
ldY	lade Register Y	iSET	setze Zähler i auf 3
ldP	lade Register P	cntUP	erhöhe Zählerstand um eins
ldC	lade Register C		
clrP	setze Register P auf 0		
clrC	setze Register C auf 0		

Die Statussignale haben folgende Bedeutung:

iEQ3	Zählerstand ist drei
Y(0)	niederwertigstes Bit des Registers Y

(a)

(2 Punkte)

Geben Sie den Multiplikationsalgorithmus an, in dem Sie folgenden Pseudocode ergänzen:

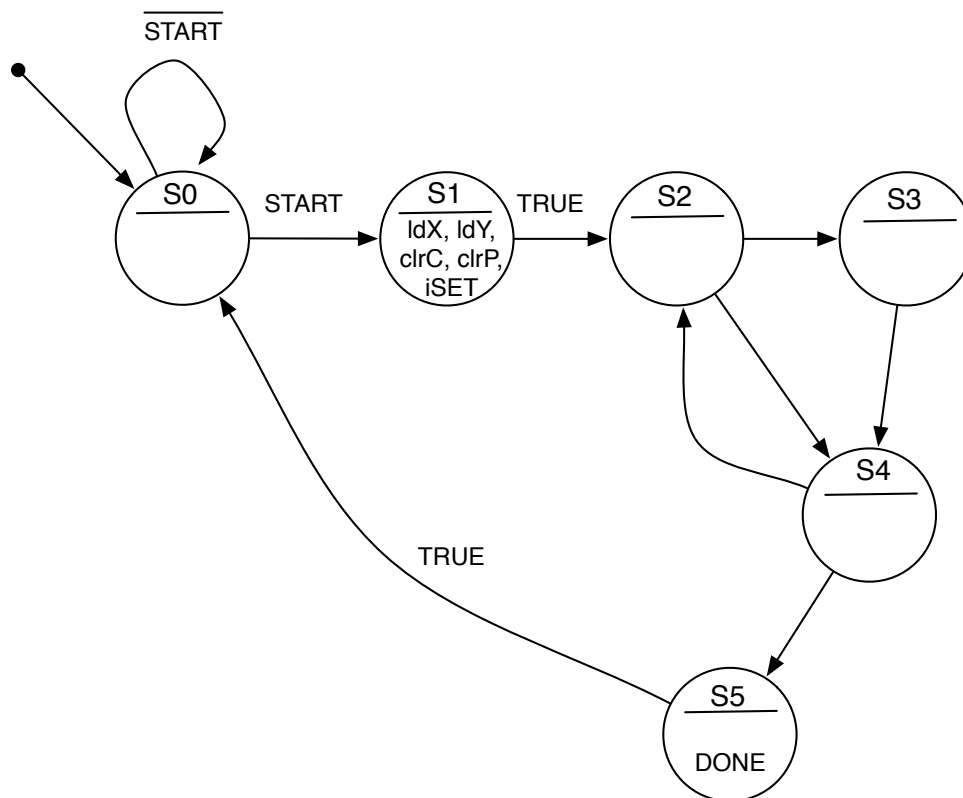
1. $X \leftarrow \text{IBUS-1}$, _____
2. führe 4 mal aus:

3. Resultat steht in (P,Y)

(b)

(10 Punkte)

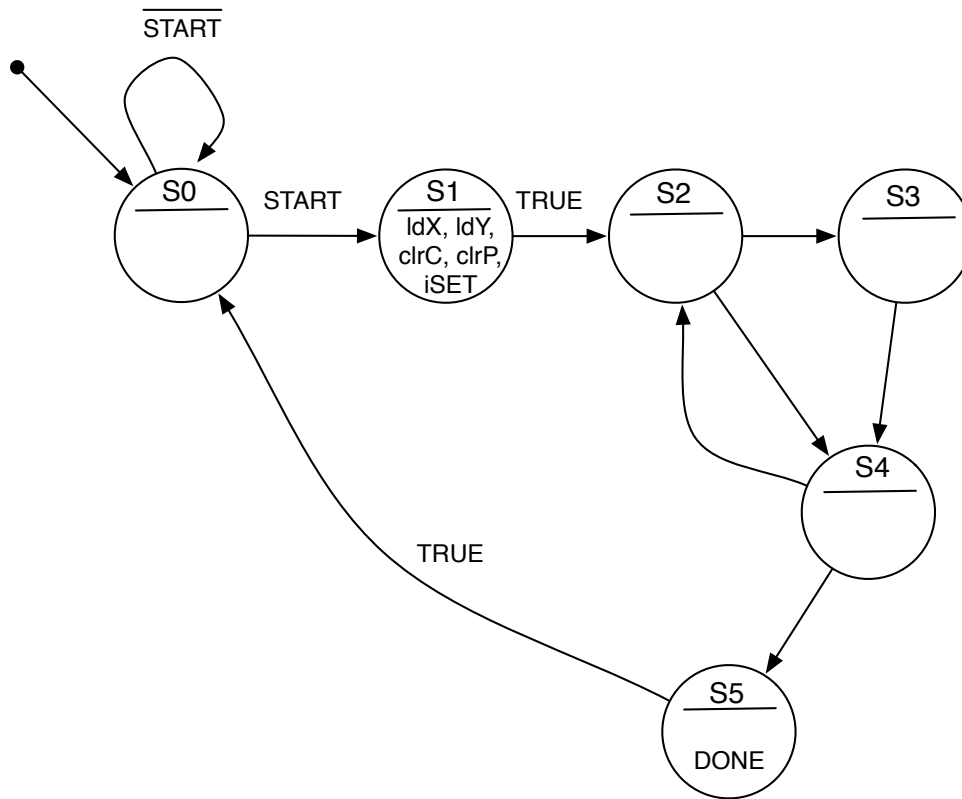
Spezifizieren Sie den Kontroller für den sequentiellen Multiplizierer als Moore-Automat. Neben den Steuer- und Statussignalen soll der Kontroller ein Eingangssignal START und ein Ausgangssignal DONE besitzen. Bei START=1 beginnt der Ausführungszyklus und im nächsten Takt liegen die Operanden an IBUS-1 und IBUS-2 an. Das Ende der Berechnungen soll mit DONE=1 angezeigt werden. Ergänzen Sie den folgenden Automatengraph, wobei in den Zuständen nur die Ausgangssignale eingezeichnet werden, sollen die auf eins gesetzt sind.



NAME:

Matrikelnummer:

Ersatzdiagramm. Bitte ungültige Lösung streichen!



(c)

(5 Punkte)

Kodieren Sie die Zustände des Automaten, reduzieren Sie nach Möglichkeit die Menge der Steuersignale und geben Sie die Automatentafel für den Controller an.

(d)

(8 Punkte)

Implementieren Sie den resultierenden Kontroller in Mikroprogrammtechnik. Ergänzen Sie dazu Abbildung 7, in dem Sie die Zeilen und Spalten des Control Memory (CM) beschriften, die Inhalte des CM festlegen, die Eingänge des Multiplexers geeignet wählen und beschriften, die Startadresse für den Mikroprogrammzähler festlegen und die Bitbreiten der Busse angeben.

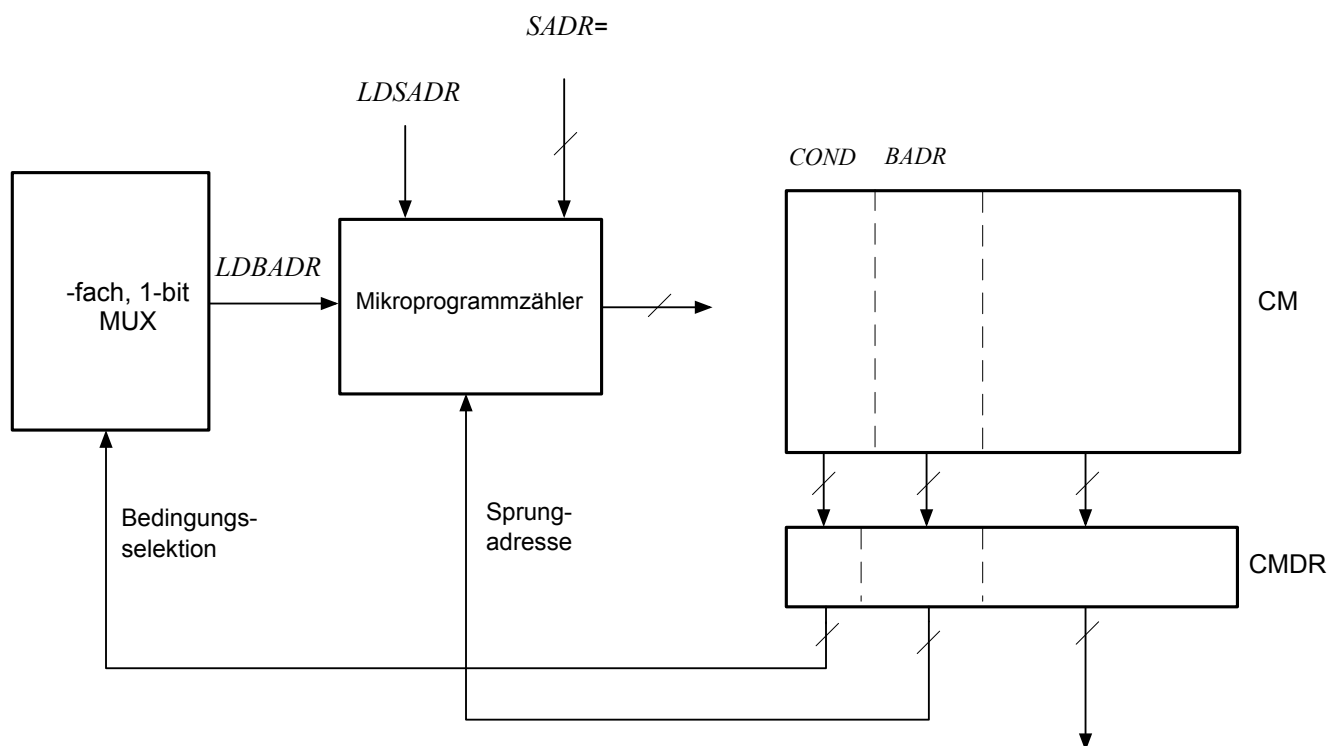


Abbildung 6: Mikroprogrammsteuerung

Ersatzdiagramm. Bitte ungültige Lösung streichen!

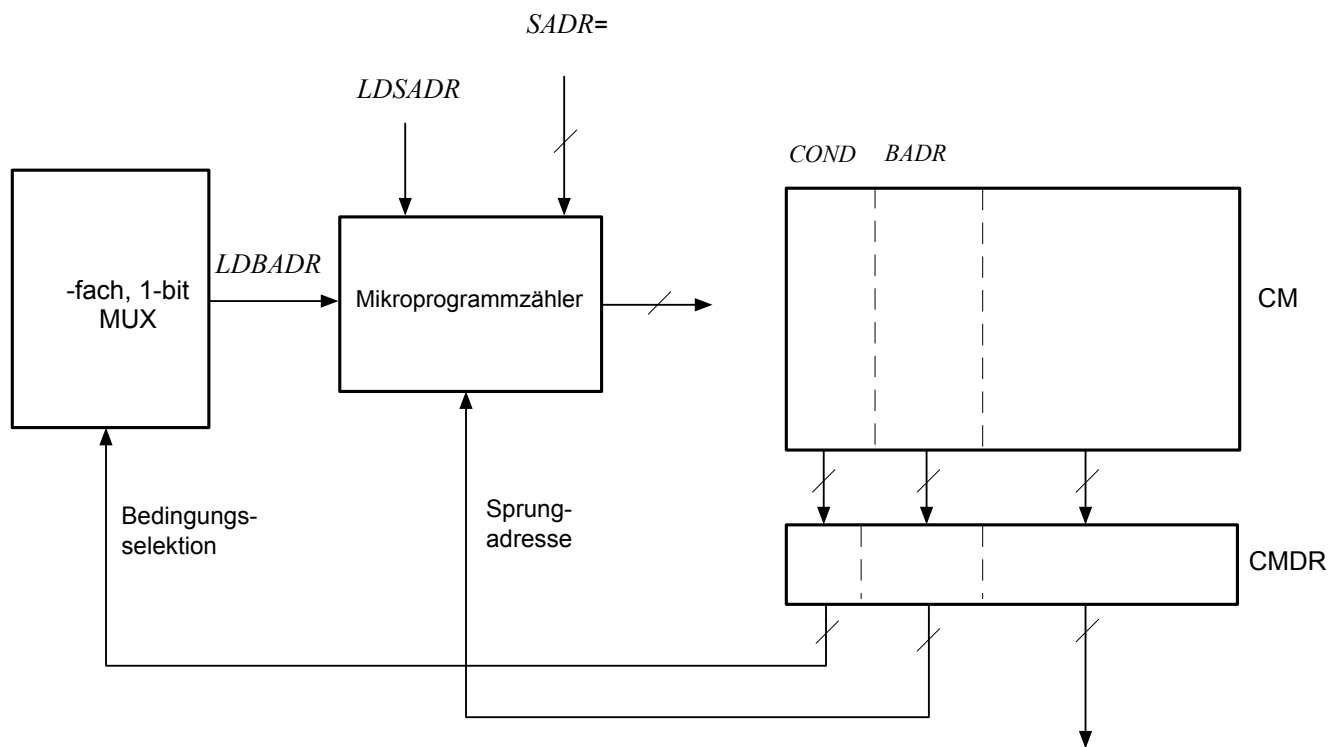


Abbildung 7: Mikroprogrammsteuerung

NAME:

Matrikelnummer:

Konzeptpapier: Falls der Platz unter den einzelnen Aufgaben nicht ausreicht, können Sie diese Seiten für Zwischenrechnungen nutzen. Bitte Lösung und Lösungsweg eindeutig mit der Aufgabennummer markieren!