

Universität Paderborn
Institut *Elektrotechnik und Informationstechnik*
Fachgebiet *Datentechnik*
Prof. Sybille Hellebrand

Klausur
Grundlagen Technische Informatik

20. März 2014

Punkteverteilung							
Aufgabe	1	2	3	4	5	6	Σ
maximale Punkte	13	17	17	16	15	13	91
erreichte Punkte							

Note:	
--------------	--

Aufkleber

Name:	
Matrikelnummer:	
Studienrichtung:	

Hinweise:

Für die Lösung der Klausuraufgaben sind ausschließlich die Aufgabenblätter zu verwenden. Lösungsangaben außerhalb der Aufgabenblätter („Schmierzettel“, etc.) werden bei der Bewertung nicht berücksichtigt!

Beschriften Sie jede Doppelseite mit Ihrer Matrikelnummer!

Mit Bleistift oder der Korrekturfarbe rot angefertigte Lösungen werden nicht bewertet!

Die Verwendung von „Tipp-Ex“ oder „Tintenkiller“ ist untersagt.

Es ist ein handgeschriebener DIN-A4 Zettel als Hilfsmittel zugelassen!

Es sind keine weiteren Hilfsmittel zugelassen!

Aufgabe 1: (Zahldarstellung)

13 Punkte

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

- a) Welcher Zahlenbereich kann mit einer m-Bit breiten Zahl dargestellt werden, wenn man folgende Kodierungen wählt:

(2 Punkte)

Vorzeichen/Betrag: von _____ bis _____

1-er Komplement: von _____ bis _____

2-er Komplement: von _____ bis _____

- b) Wandeln Sie folgende Zahl aus dem IEEE 754 Gleitkommaformat ins Dezimalformat (der Exponent ist in Exzessdarstellung mit Verschiebungskonstante 127):

(3 Punkte)

1 10000011 101010000000000000000000

- c) In einem Rechnersystem soll die Übertragung von Daten (64 Informationsbits) zwischen den einzelnen Komponenten mit einem fehlerkorrigierenden Code abgesichert werden. Der Code soll 2-fach Fehler korrigieren können *UND* 3-fach Fehler erkennen können. Wie groß muss der minimale Hammingabstand für den Code gewählt werden?

(2 Punkte)

☐ 4☐ 5☐ 6☐ Bei dieser Datenbreite ist keine Fehlerkorrektur mehr möglich, nur Fehlererkennung☐ Keine Antwort ist richtig.

- d) Wandeln Sie die in binärer Schreibweise angegebenen Zahlen A und B in das oktale Zahlensystem (Basis 8) um.

(1 Punkt)

$A = 01110100011101_2 \leftrightarrow$ _____

$B = 00100101111011_2 \leftrightarrow$ _____

- e) Über eine unsichere Datenleitung sollen Worte bestehend aus 4 Informationsbits x_1, x_2, x_3, x_4 und 3 Prüfbits p_1, p_2, p_3 übertragen werden. Zur Kodierung wird ein Hammingcode verwendet. Es gilt:

$$p_1 = x_1 \oplus x_2 \oplus x_3$$

$$p_2 = x_1 \oplus x_2 \oplus x_4$$

$$p_3 = x_1 \oplus x_3 \oplus x_4$$

Dabei entspricht \oplus einer XOR-Verknüpfung. Die Information (x_1, x_2, x_3, x_4) wird als Codewort ($x_1, x_2, x_3, x_4, p_1, p_2, p_3$) übertragen. Bei einer Datenübertragung kommt das Wort ($x_1, x_2, x_3, x_4, p_1, p_2, p_3$) = (1,0,1,1,1,1,0) beim Empfänger an. Welche Aussagen treffen zu?

Hinweis: Gehen Sie davon aus, dass höchstens 1 Bit kippen kann.

(3 Punkte)

- ☐ Das übertragene Wort ist fehlerfrei.
- ☐ Bei der Datenübertragung ist ein Fehler passiert, das richtige Wort nach der Korrektur ist (0,0,1,1,1,1,0).
- ☐ Bei der Datenübertragung ist ein Fehler passiert, das richtige Wort nach der Korrektur ist (1,0,1,1,0,1,0).
- ☐ Keine Antwort ist richtig.

- f) Eine Logik-Schaltung, welche aus AND, OR und NOT Gattern besteht, kann auch ausschließlich mit einem Typ Gatter aufgebaut werden. Welche Gatter sind es?

(1 Punkt)

- ☐ NAND
- ☐ XOR
- ☐ NOR
- ☐ XNOR
- ☐ Keine Antwort ist richtig.

- g) Ein $2^n:1$ -Multiplexer kann jede Boolesche Funktion mit bis zu folgender Anzahl an Variablen realisieren:

(1 Punkt)

- ☐ $n/2$
- ☐ n
- ☐ 2^n
- ☐ $2^n - 1$
- ☐ Keine Antwort ist richtig.

Aufgabe 2: (Automaten)

17 Punkte

Gegeben ist ein durch Abbildung 1 spezifizierter Mealy-Automat.

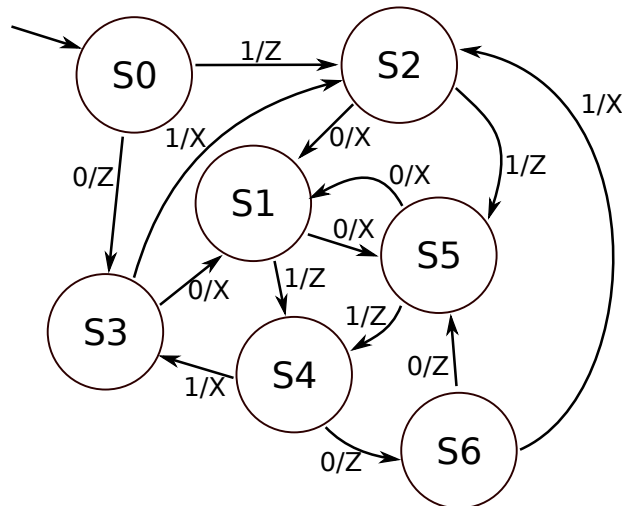


Abbildung 1: Mealy-Automat

- a) Füllen Sie die gegebene Automatentafel zu dem in Abbildung 1 spezifizierten Mealy-Automaten aus.

(3 Punkte)

Automatentafel:

[illegible]

[illegible]

[illegible][illegible][illegible]

- c) Zeichnen Sie den Mealy-Automaten zu der unten gegebenen Automatentafel. Führen sie **keine** Minimierung durch. Gehen Sie ferner davon aus, dass $S0$ der Startzustand sei. (3 Punkte)

δ/λ	0	1
$S0$	$S1/X$	$S2/Y$
$S1$	$S3/X$	$S0/Y$
$S2$	$S1/X$	$S3/Y$
$S3$	$S1/Y$	$S2/Y$

- d) Wandeln Sie den Mealy-Automaten aus Aufgabenteil c) in einen Moore-Automaten um und zeichnen Sie diesen. Führen sie **keine** Minimierung durch. (5 Punkte)

Ersatztabellen, **ungültige Lösung streichen!**

_____ -Automat

_____ -Automat

Aufgabe 3: (RTL-Design)

17 Punkte

Gegeben ist nachfolgender unvollständiger Datenpfad zur Berechnung der Funktion $f(x) = x^n$. Zu Beginn der Berechnung wird das Register *RegN* mit dem Wert für n geladen, danach wird x ins Register *RegX* geladen. Das Ergebnis soll nach der Berechnung im Register *RegR* stehen und über den Bus *OUT* ausgegeben werden. Das Steuersignal *zero* gibt eine Eins aus, wenn der Inhalt des Registers *RegN* gleich Null ist, ansonsten eine Null. Die Steuerleitung n_0 gibt das LSB vom Register *RegN* aus. Für die Berechnung muss x^n zerlegt werden. Betrachten Sie dazu folgendes Beispiel:

$$3^{11} = (3^8)^1 \cdot (3^4)^0 \cdot (3^2)^1 \cdot (3^1)^1 \text{ mit } 11_{10} = 1011_2 \quad (1)$$

Gehen Sie davon aus, dass alle Busbreiten für die Berechnung ausreichend dimensioniert sind.

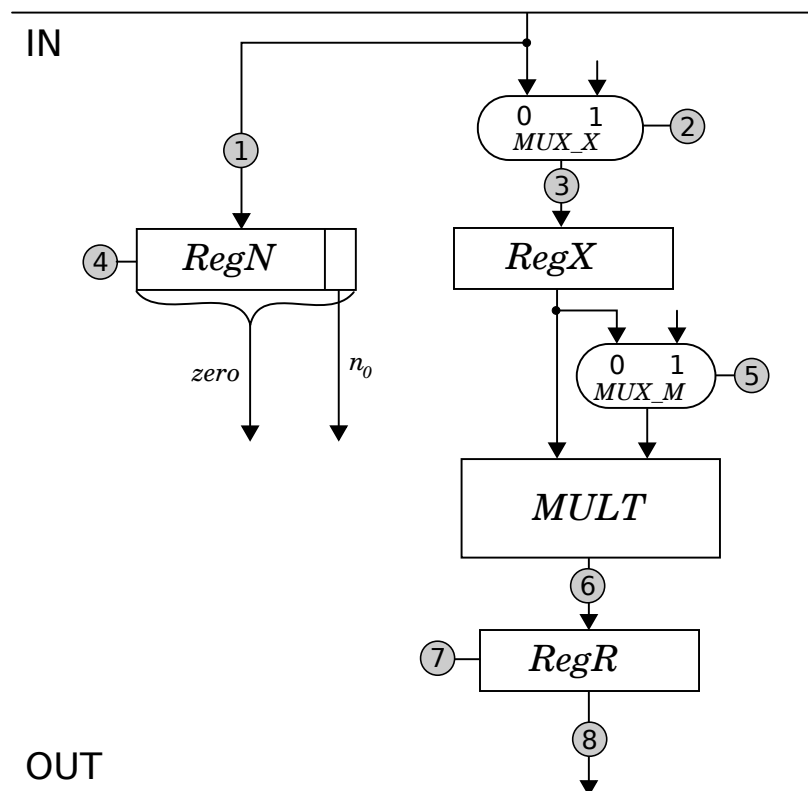


Abbildung 2: Datenpfad

- a) Vervollständigen Sie den Datenpfad in Abbildung 2. Zeichnen Sie dazu die noch fehlenden Datenleitungen ein.

(3 Punkte)

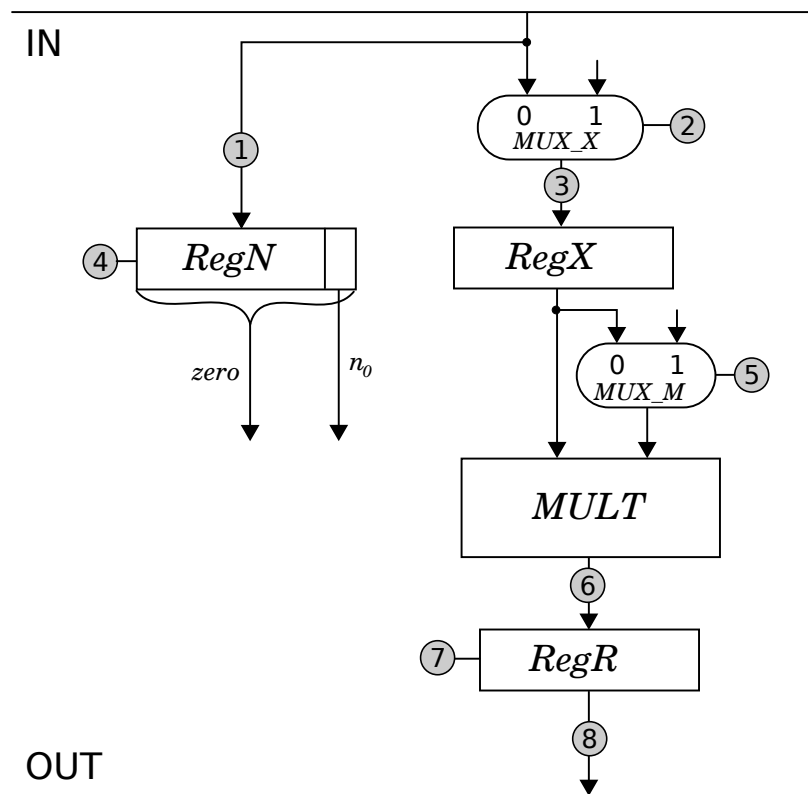


Abbildung 3: Ersatz Datenpfad, **ungültige Lösung streichen!**

- b) Benennen/Beschreiben Sie die Funktion der Kontrollpunkte 1-8 des Datenpads in Abbildung 2 bzw. 3. (6 Punkte)

Kontrollpunkt 1:

Kontrollpunkt 2:

Kontrollpunkt 3:

Kontrollpunkt 4:

Kontrollpunkt 5:

Kontrollpunkt 6:

Kontrollpunkt 7:

Kontrollpunkt 8:

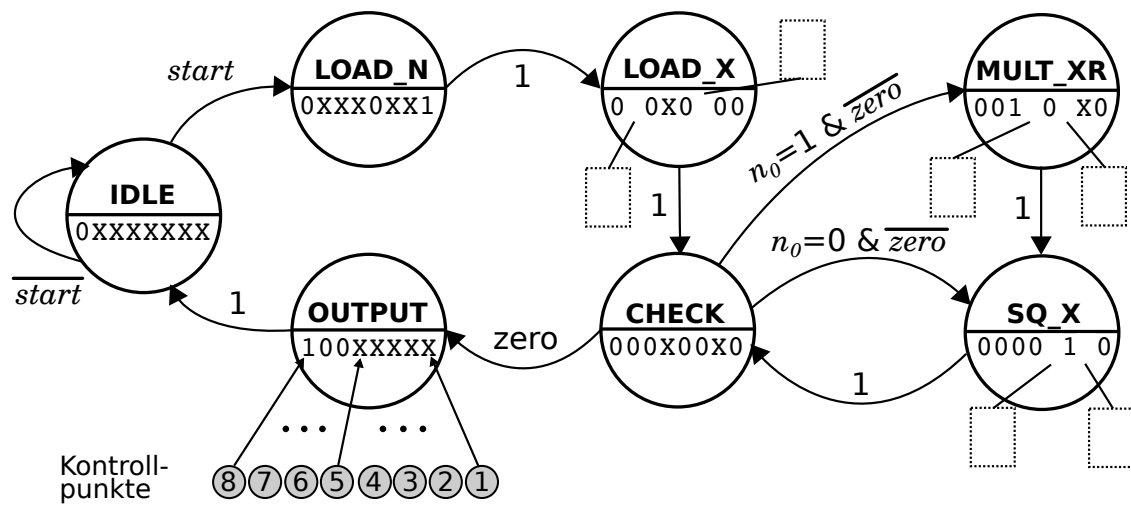
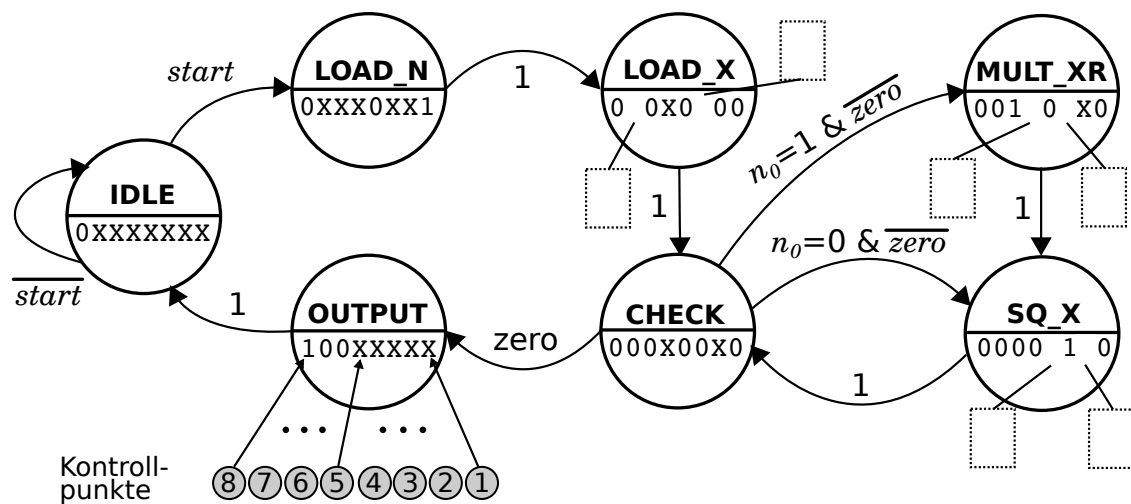


Abbildung 4: Realisierung der Steuerung als Moore Automat

- c) Auch der Automat für die Steuerung ist nicht vollständig spezifiziert. Vervollständigen Sie die noch fehlenden Ausgaben für die Zustände.

(6 Punkte)

Abbildung 5: Ersatzautomat, **ungültige Lösung streichen!**

- d) Bis zu welcher Potenz kann der von Ihnen vervollständigte Datenpfad korrekt berechnen, wenn das Register *RegR* eine Breite von 56 Bit hat und der IN-Bus 8 Bit breit ist? Geben Sie die Berechnung an.

(1 Punkt)

- e) Wie kann die Schaltung für das Steuersignal *zero* rein kombinatorisch, also nur mit Gattern realisiert werden?

(2 Punkte)

Aufgabe 4: (Logikoptimierung)

16 Punkte

Gegeben sei folgende Wertetabelle mit den Eingaben a, b, c, d und der Ausgabe x .

a	b	c	d	x
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

- a) Finden Sie mit Hilfe des KV- Diagramms auf der nächsten Seite die Menge der Primimplikanten \mathcal{P} für x und geben Sie diese an. Ermitteln Sie ferner die Menge der essentiellen Primimplikanten und bestimmen Sie anschließend alle disjunktiven Minimalformen $x(a, b, c, d)$.

(7 Punkte)

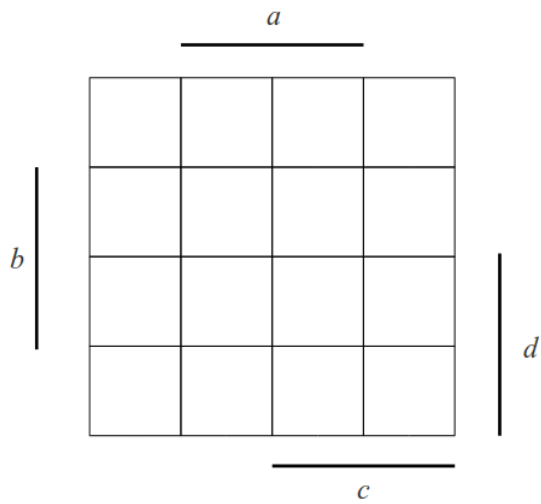
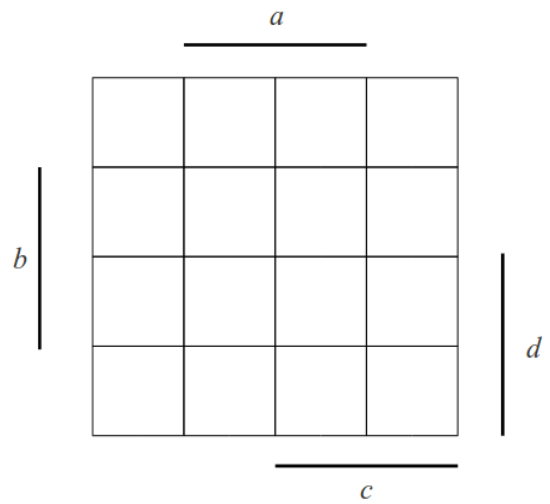


Abbildung 6: KV- Diagramm

Abbildung 7: Ersatz KV- Diagramm,
ungültige Lösung streichen!

$$\mathcal{P} = \{ \rule{15cm}{0.4pt} \}$$

$$\mathcal{P}_e = \{ \rule{15cm}{0.4pt} \}$$

Die disjunktiven Minimalformen lauten

$$x(a,b,c,d) = \rule{15cm}{0.4pt} \text{ und}$$

$$x(a,b,c,d) = \rule{15cm}{0.4pt}$$

- b) Bestimmen Sie mit Hilfe boolescher Algebra die konjunktive Normalform der Ausgabefunktion $y(a,b,c,d)$ der folgenden Wertetabelle.

(3 Punkte)

a	b	c	d	y
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

Die konjunktive Normalform lautet

$y(a,b,c,d) =$ _____

- c) Gegeben sei die Primimplikantentafel aus Tabelle 1. Berechnen Sie die minimale Summe von Primimplikanten durch Anwendung des Quine-McCluskey Verfahrens (Phase II) und geben Sie diese an. Füllen Sie nach jedem Zwischenschritt eine neue Überdeckungstabelle aus und begründen Sie Ihre Entscheidung kurz. Gehen Sie davon aus, dass die Implementierungen der Primimplikanten jeweils mit gleichen Kosten verbunden sind.

(6 Punkte)

	a	b	c	d	e	f	g	h
P_0		X	X					
P_1	X			X	X		X	
P_2					X	X		
P_3	X	X					X	X
P_4				X	X			
P_5	X							X

Tabelle 1: Überdeckungstabelle

Begründung: _____

	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Tabelle 2: Überdeckungstabelle

Begründung: _____

	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Tabelle 3: Überdeckungstabelle

Begründung: _____

	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Tabelle 4: Überdeckungstabelle

Begründung: _____

	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Tabelle 5: Überdeckungstabelle

Begründung: _____

Die Lösung lautet {_____}.

	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Tabelle 6: Ersatz Überdeckungstabelle, **ungültige Lösung streichen!**

Begründung: _____

	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Tabelle 7: Ersatz Überdeckungstabelle, **ungültige Lösung streichen!**

Begründung: _____

Aufgabe 5: (VHDL)

15 Punkte

Im Folgenden soll eine Schaltung entworfen werden, welche die fehlenden Farbinformationen in einen Bilddatenstrom einfügt. Der Farbwert eines ausgehenden Pixels ist durch das Tupel (Y, Cr, Cb) definiert. Die eingehenden Pixeldaten sind unvollständig und werden abwechselnd durch ein Tupel (Y, Cr) oder (Y, Cb) beschrieben. Eingangssignale sind neben Reset `rst` und dem Taktsignal `clk` die Helligkeit `Y_in` sowie die Farbinformation `CrCb`. Die Daten an den Eingängen ändern sich synchron zu `clk`, so dass in jedem Takt ein neuer Pixel verarbeitet werden kann. Die Ausgangssignale `Y_out`, `Cr`, `Cb` entsprechen der kompletten Helligkeits- und Farbinformation des Pixels. Folgende Tabelle verdeutlicht die Funktion der gesuchten Schaltung:

Takt	Eingang: $(Y_in, CrCb)$	Ausgang: (Y_out, Cr, Cb)
1	(Y_0, Cr_0)	$(Y_0, Cr_0, -)$
2	(Y_1, Cb_1)	(Y_1, Cr_0, Cb_1)
3	(Y_2, Cr_2)	(Y_2, Cr_2, Cb_1)
4	(Y_3, Cb_3)	(Y_3, Cr_2, Cb_3)
5	(Y_4, Cr_4)	(Y_4, Cr_4, Cb_3)
6	(Y_5, Cb_5)	(Y_5, Cr_4, Cb_5)
...

Tabelle 8: Werte der Ausgangssignale in Abhängigkeit der aktuellen und vorausgegangenen Eingangswerte. Hinweis: “-“ bedeutet, dass es im Rahmen der Aufgabe keine Rolle spielt welcher Wert hier ausgegeben wird.

- a) Im Folgenden soll eine Schaltung entwickelt werden, die die oben beschriebene Funktion ausführt. Ergänzen Sie dafür den vorgegebenen Lückentext.

(13 Punkte)

```
library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;

entity chroma_resampler is
  port (
    Y_in, CrCb : in std_logic_vector(7 downto 0);
    Y_out, Cr, Cb : out std_logic_vector(7 downto 0);
    rst : in std_logic;
    clk : in std_logic
  );
end entity;

architecture behavioral of chroma_resampler is
  signal y, r, b : std_logic_vector(7 downto 0);

  signal _____ : _____;
begin
  Y_out <= y; Cr <= r; Cb <= b;
  process(clk, rst) begin

    if _____ and clk = '1' then
      if rst = '1' then
        _____;
      else
        _____;
        _____;
        _____;
        if q = '0' then
          _____;
        else
          _____;
        end if;
      end if;
    end if;
  end process;
end architecture;
```

- b) Wann wird eine Signalzuweisung innerhalb eines Prozesses ausgeführt? Es können mehrere Antworten richtig sein.

(2 Punkte)

- ☐ Bei Beginn des Prozesses
- ☐ Sofort
- ☐ Beim nächsten 'wait' Statement
- ☐ Bei Ende des Prozesses
- ☐ Signalzuweisungen innerhalb von Prozessen sind alle gleichzeitig und permanent wirksam.
- ☐ Keine Antwort ist richtig.

Aufgabe 6: (Mikroprogrammierbare Steuerung)

13 Punkte

Eine Steuerung soll als μ -programmierbare Steuerung implementiert werden. Die Spezifikation der Steuerung sei den Abbildungen 8 und 9 zu entnehmen.



Abbildung 8: Steuerung des Datenpfads

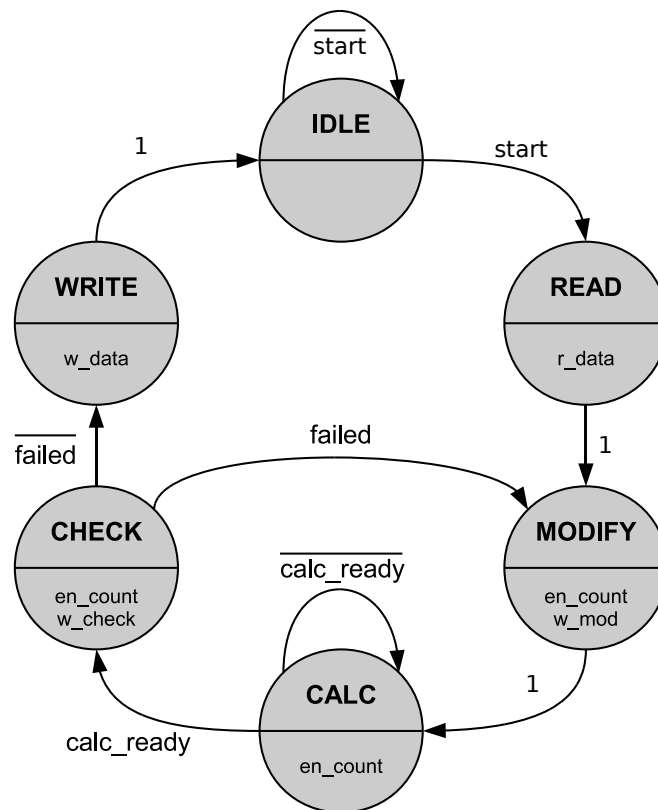


Abbildung 9: Zustandsübergangsgraph

Beantworten Sie zunächst die folgenden Fragen, um das μ -Befehlsformat festzulegen:

(a) Wie viele Adressbits werden benötigt?

(1 Punkt)

(b) Wie viele Bits müssen für die Steuersignale reserviert werden?

(2 Punkte)

(c) Welche Sprungbedingungen gibt es? Geben Sie im folgenden für die Sprungbedingung jeweils eine Kodierung mit einer minimalen Anzahl von Bits an.

(4 Punkte)

Sprungbedingung	Kodierung

(d) Vervollständigen Sie dann den Speicherinhalt in Abbildung 11 für das μ Programm. Benennen Sie auch die Steuersignale in der Kopfzeile der Tabelle. Gehen Sie davon aus, dass der Zähler in Abbildung 11 von 0 bis 5 zählt. Bei einem Überlauf beginnt er wieder bei 0.

(6 Punkte)

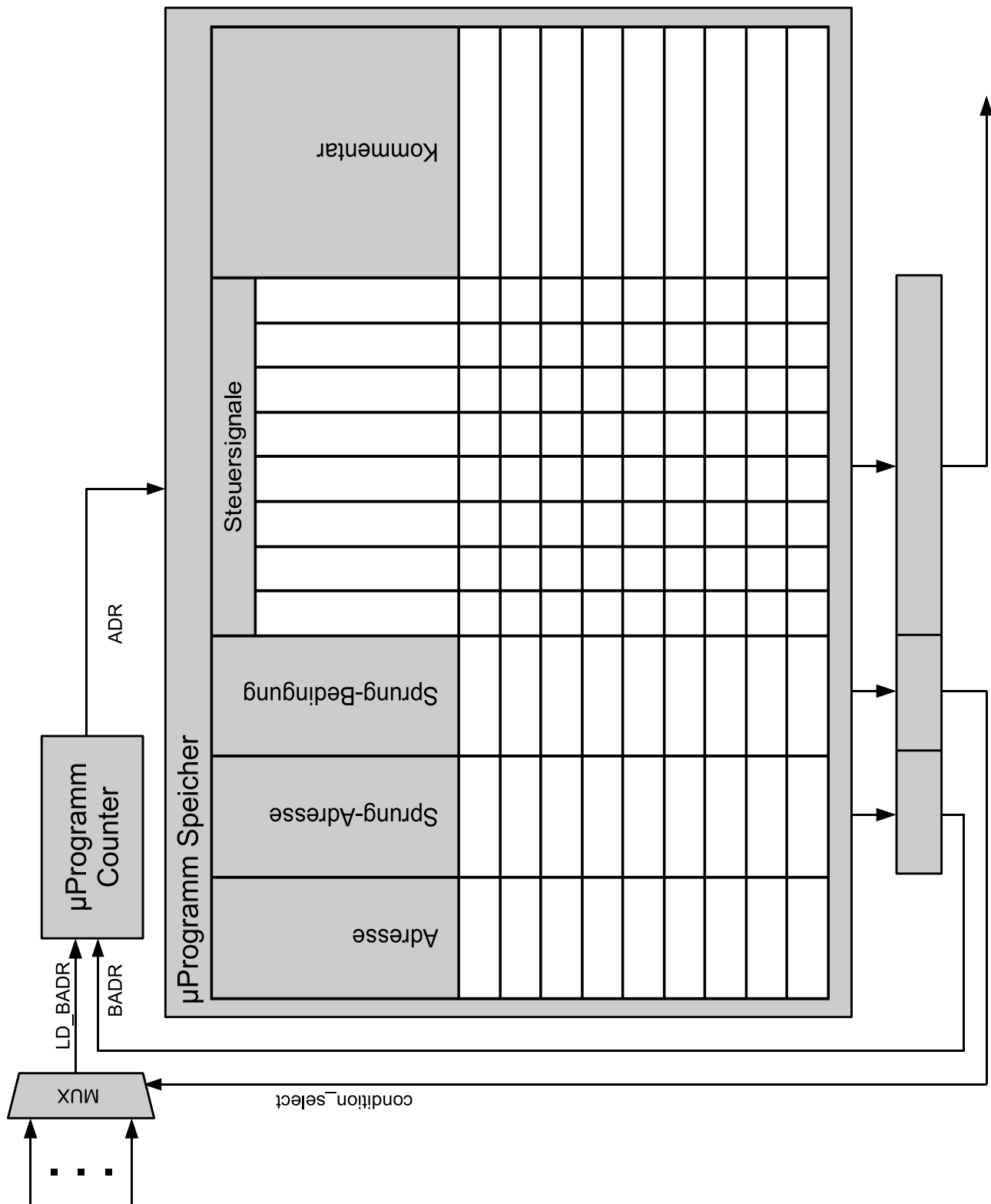


Abbildung 10: Logik des Steuerwerks

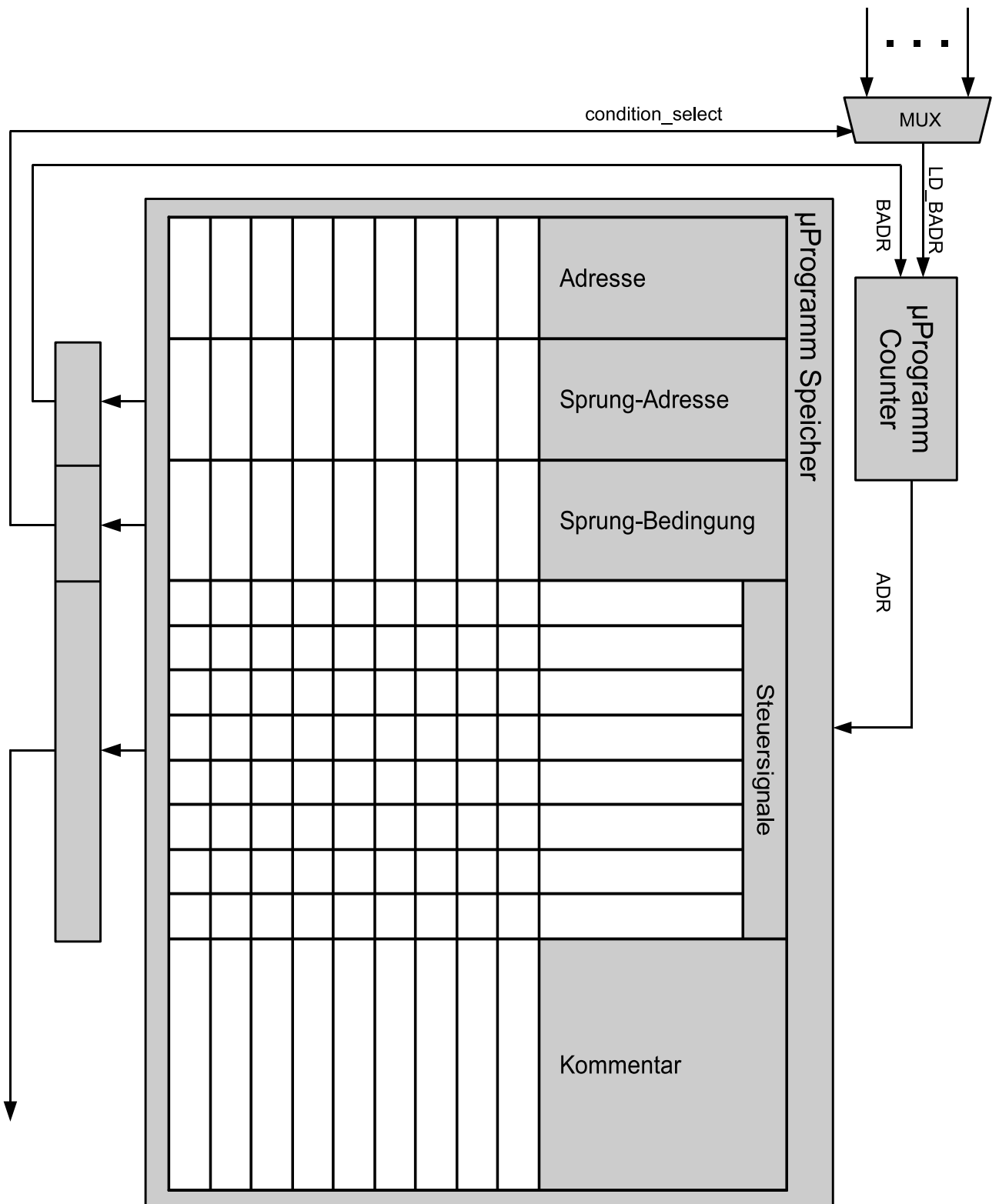


Abbildung 11: Ersatz-Logik des Steuerwerks, ungültige Lösung streichen!

