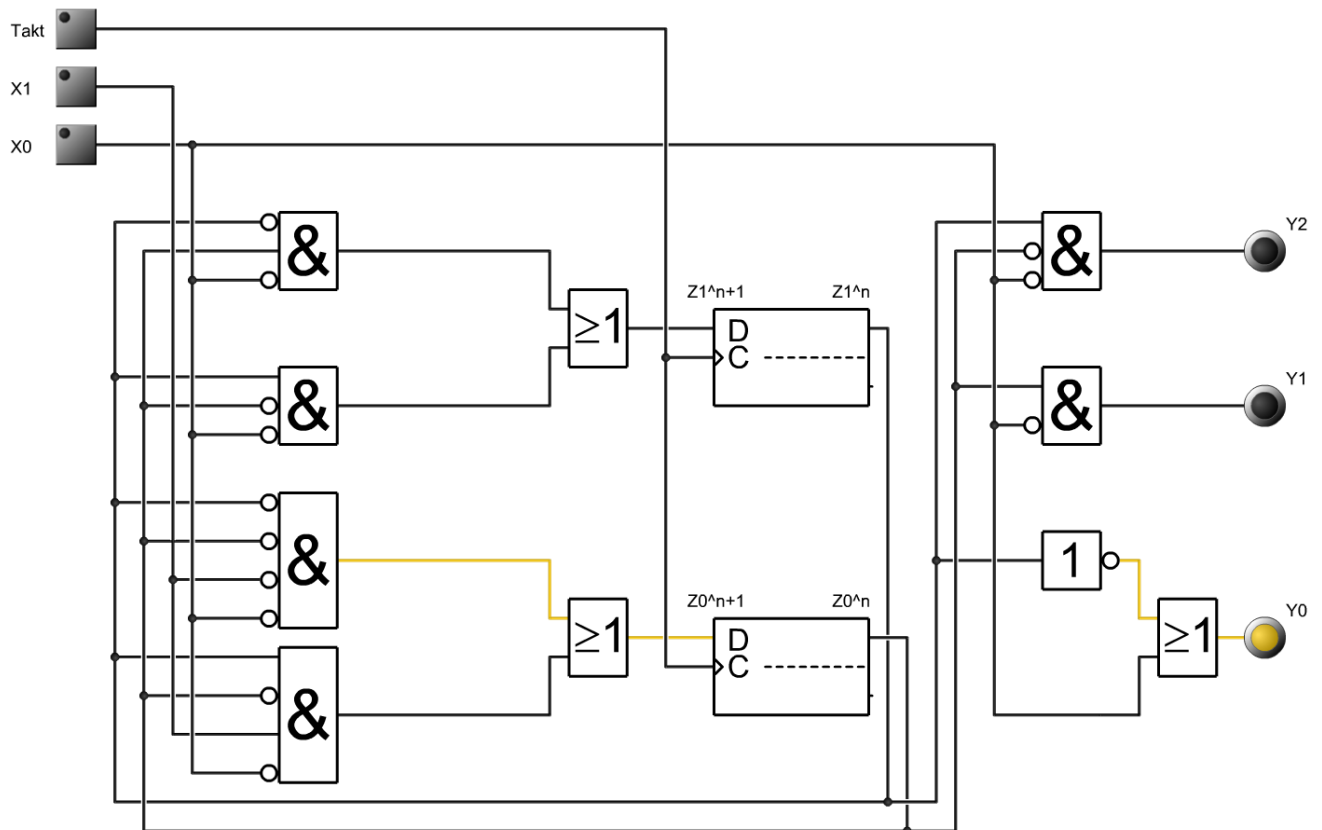


Aufgabe 1: Schaltwerksanalyse

(20 Punkte)

- a) Gegeben Sei der durch die folgende LogiFlash-Schaltung realisierte Automat mit dem Startzustand S_0 .



Um welchen Automatentyp handelt es sich? Bitte begründen Sie Ihre Antwort.

Wie viele Zustände kann der Automat maximal einnehmen? Bitte begründen Sie Ihre Antwort.

Anstelle der D-Flipflops soll eine Realisierung des Automaten mit JK-MS-Flipflops erfolgen? Wie viele Flipflops würden benötigt werden. Bitte begründen Sie die Ihre Antwort.

Bitte geben Sie die Ausgabefunktionen des Automaten an.

Bitte geben Sie die Ansteuergleichungen der für die Realisierung des Automaten verwendeten Flipflops an.

Bitte geben Sie die Zustandsübergangsfunktionen des Automaten an.

- b) Für die Eingänge eines zum Zustandsbit Z_1 korrespondierenden JK-MS-Flipflops der Realisierung eines Automaten seien folgende Gleichungen gegeben

$$J = Q_0 \bar{X}_0 + \bar{Q}_0 X_0$$

$$K = Q_0 + \bar{X}_0$$

Bitte geben Sie die Zustandsübergangsfunktion für das Zustandsbit Z_1 des Automaten in minimaler Form an.

- c) Ein für die Eingabe X_0 definierter Automat sei durch die Zustandsübergangsfunktion $Z_0^{n+1} = \bar{Z}_0$ sowie die Ausgabefunktionen $Y_1 = X_0$ und $Y_0 = \bar{X}_0 Z_0$ gegeben.

Um welchen Automatentyp handelt es sich? Bitte geben Sie eine Begründung an.

Matrikelnummer: _____

Studiengang: _____

Bitte geben Sie den Zustandsübergangsgraphen des Automaten an.

Bitte realisieren Sie den Automaten als LogiFlash Schaltung unter der ausschließlichen Verwendung beliebig vieler der folgenden LogiFlash Komponenten: Buttons, Lampen, Und- & Oder-Gatter mit beliebig vielen gegebenenfalls negierten Eingängen und T-Flipflops (Toggle-Flipflops) (siehe Abbildung 2).

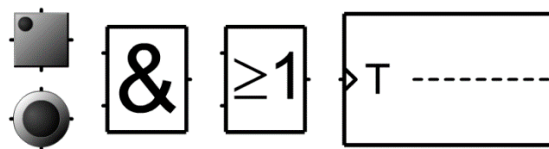


Abbildung 2: Erlaubte Komponenten

d) Gegeben sei folgende Zustandsübergangsgleichungen:

$$Z_0^{n+1} = \bar{Z}_1 \bar{Z}_0 \bar{a} \bar{b} + \bar{Z}_1 \bar{Z}_0 a \bar{b} + \bar{Z}_1 Z_0 a \bar{b} + Z_1 Z_0 a \bar{b} + Z_1 \bar{Z}_0 a \bar{b} + Z_1 \bar{Z}_0 \bar{a} \bar{b}$$

$$Z_1^{n+1} = (Z_1 + \bar{Z}_0)(Z_1 + \bar{b})(\bar{Z}_0 + \bar{a})$$

Bitte geben Sie die Zustandsübergangsfunktion für Z_1^n in **disjunktiver** und die für Z_0^n in **konjunktiver** Minimalform an! Ihnen stehen für die Bestimmung der Übergangsfunktionen folgende KV-Diagramme zur Verfügung. Bitte füllen Sie diese komplett aus und kennzeichnen Sie Ihre Minimierungen!

Z_1^{n+1}		$(a,b)^n$			
		00	01	11	10
$(Z_1 Z_0)^n$	00				
	01				
	11				
	10				

Z_0^{n+1}		$(a,b)^n$			
		00	01	11	10
$(Z_1 Z_0)^n$	00				
	01				
	11				
	10				

Zustandsübergangsfunktionen:

$\Sigma_{A1} =$ /20 Pkt

Matrikelnummer: _____

Studiengang: _____

Beschreiben Sie das durch die Zählersteuerung definierte Verhalten als RT-Programm bzw. in RT-Notation. Achten Sie auf das Timing!

- b) Geben Sie die semantische Bedeutung (KEINE zeilenweise Beschreibung des RT-Codes) eines Durchlaufs an!

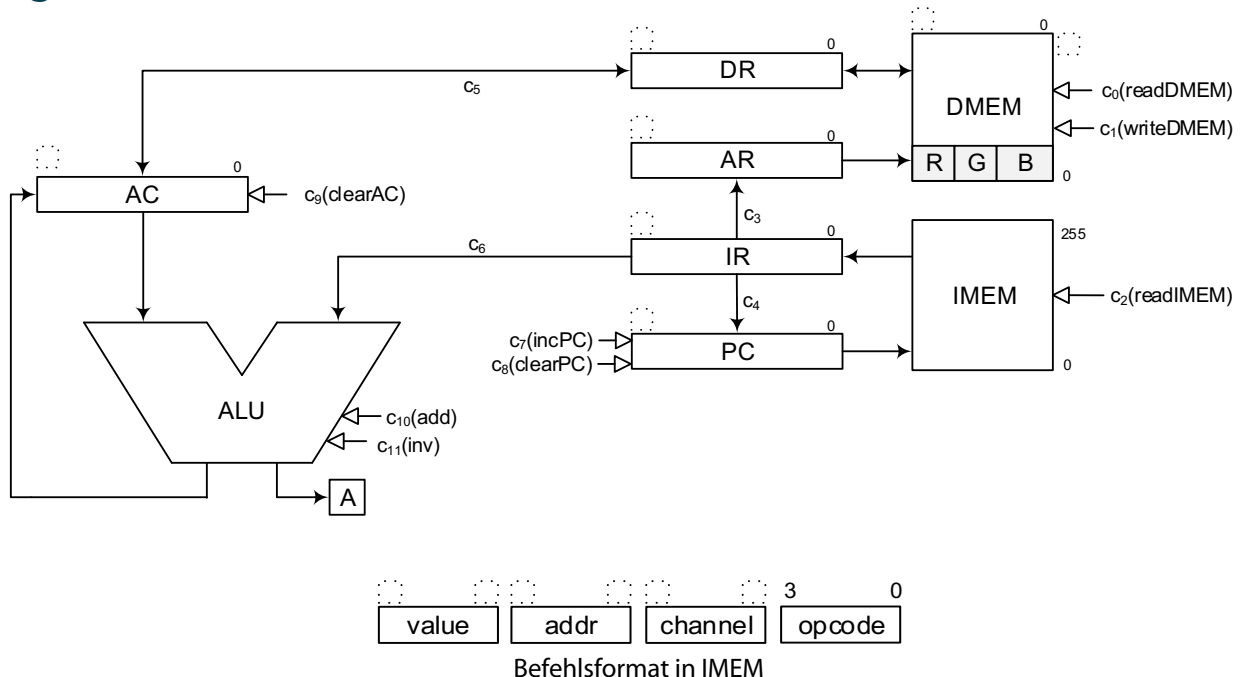
- c) Kann man in diesem Programm Takte einsparen, wenn ja, wie und wo?

- d) Wie sieht der Speicherinhalt aus, wenn das Programm unendlich lange läuft?

$\Sigma_{A2} =$ /10 Pkt

Aufgabe 3: CPU-Kontrolleinheit

(20 Punkte)



Das oben vorgegebene Blockschaltbild zeigt das Operationswerk der in dieser Aufgabe gegebenen mikroprogrammierten CPU. Das Operationswerk ist darauf spezialisiert Bilddaten zu manipulieren. In dem Speicher DMEM sind Bilder mit einer Größe von 32 x 32 Pixeln abgespeichert, wobei jeder Pixelwert in einer separaten Zeile des Speichers abgelegt wird (Zeilenweise von oben links nach unten rechts). Jedes Pixel setzt sich aus Rot, Grün, Blau mit einem maximalen Tonwert von je 255 zusammen.

Die **ALU** beherrscht die Addition (**add**) und die Invertierung (**inv**). Das A-Flag wird von der ALU automatisch erzeugt und hat 1 Bit Breite. Es gilt: Z=1, wenn die letzte Operation der ALU einen Werte >255 lieferte, sonst Z=0.

Das Operationswerk soll dazu verwendet werden die Werte der einzelnen Farbkanäle um einen gegebenen Wert zu erhöhen. Übersteigt der Wert den maximalen Tonwert, so soll der maximal möglichen Tonwert abgespeichert werden. Nachdem der Tonwert des Pixels verändert wurde, soll dieser wieder an dieselbe Stelle im Speicher DMEM zurückgeschrieben werden.


Achten Sie darauf das Ihre Lösungen minimal bezüglich der Ausführungszeit sind.

Eine Registertransferbeschreibung einiger Befehle der CPU ist Ihnen vorgegeben:

Opcode	Befehl	Beschreibung
0	LOAD addr channel	Lädt den Speicherinhalt aus DMEM unter der Adresse addr in das Register DR und anschließend den entsprechenden channel in AC .
1	STORE addr channel	Ersetzt den Wert von AC im Register DR für den entsprechenden channel . Anschließend wird DR unter der Adresse addr im Speicher DMEM abgelegt.
2	ADD value	Addiert den Wert des AC mit dem Wert value aus dem Register IR und schreibt das Ergebnis zurück in AC .
3	LIMIT	Falls der maximale Tonwert überschritten wurde, soll der maximale Tonwert in AC gesetzt werden.

Die folgenden Aufgaben sollen alle in dem aus der Vorlesung und Übung bekannten RT-Code umgesetzt werden.

- Ergänzen Sie im Blockschaltbild und dem Befehlsformat die fehlenden Indizes der Register- und Speicherbreiten in den vorgesehenen Kästchen (gestrichelt). Die Breiten und Tiefen sollen so klein wie möglich gewählt werden, sollen aber alle notwendigen Werte speichern können.
- Deklarieren Sie alle benötigten Speicher und Register in der bekannten R-Notation.



Matrikelnummer: _____

Studiengang: _____

- c) Nehmen Sie notwendige Initialisierungen unter dem Label `INIT` vor und implementieren Sie unter dem Label `FETCH` die Befehlsholphase. Verwenden Sie die Label `LOAD`, `STORE`, `ADD` und `LIMIT`.

- d) Implementieren Sie unter dem Label `LOAD` das zugehörige Verhalten aus der Tabelle.

- e) Implementieren Sie unter dem Label `STORE` das zugehörige Verhalten aus der Tabelle.

- f) Implementieren Sie unter dem Label `ADD` das zugehörige Verhalten aus der Tabelle.

- g) Implementieren Sie unter dem Label `LIMIT` das zugehörige Verhalten aus der Tabelle.

- h) Implementieren Sie die angegebenen Teile des horizontalen Mikroprogramms. Verwenden Sie hierfür die Angabe der Befehlstabelle. FETCH habe die Sprungadresse 0001. Zur Bearbeitung stehen Ihnen ausschließlich die folgenden Condition Select Signale zur Verfügung:

Condition Select	Funktion
00	PC inkrementieren
01	Springe immer mit next_addr
10	Springe mit next_addr, falls A = 1
11	Springe mit opcode

i.

ADD value	Addiert den Wert des AC mit dem Wert value aus dem Register IR und schreibt das Ergebnis zurück in AC .
------------------	---

addr				CS		next_addr				c_horz									
										c11	c10	c9	c8	c7 c1	c6 c0	c5	c4	c3	c2
1	0	0	0																
1	0	0	1																
1	0	1	0																
1	0	1	1																

ii.

LIMIT	Falls der maximale Tonwert überschritten wurde, soll der maximale Tonwert in AC gesetzt werden.
--------------	--

addr				CS		next_addr				c_horz									
										c11	c10	c9	c8	c7 c1	c6 c0	c5	c4	c3	c2
1	1	0	0																
1	1	0	1																
1	1	1	0																
1	1	1	1																

iii.

FETCH	
--------------	--

addr				CS		next_addr				c_horz									
										c11	c10	c9	c8	c7 c1	c6 c0	c5	c4	c3	c2
0	1	0	0																
0	1	0	1																
0	1	1	0																
0	1	1	1																

- i) Geben Sie das Mapping ROM für die Befehle ADD und LIMIT an.

Opcode	Sprungadresse			

- j) Geben Sie eine Befehlsfolge an, welche den Rotanteil eines beliebigen Pixels mit der Adresse x Ihres gespeicherten Bildes um den Tonwert 42 erhöht.

- k) Wie viele Takte benötigt man für die Ausführung der Befehle in Aufgabenteil j)?

- l) Es sei folgender horizontales Mikroprogramm gegeben. Was wird hier ausgeführt? Begründen Sie!

addr				CS		next_addr				c_horz											
										c11	c10	c9	c8	c7 c1	c6 c0	c5	c4	c3	c2		
0	1	0	0							1											
0	1	0	1	1	1						1										
0	1	1	0																		
0	1	1	1																		

$\Sigma_{A3} =$ /20 Pkt