

Aufgabe 1: Schaltwerksentwicklung - Kaffeemaschine / Teil 2

- a) Zeichnen Sie das gesamte resultierende Schaltwerk aus Aufgabe 10 vom "Übung 4: Schaltwerke". Für die Speicherung der Zustände sind möglichst wenige D-Flipflops zu verwenden. Für Eingangs- und Ausgangsfunktion stehen Ihnen AND, OR und NOT-Gatter zur Verfügung.
- b) Welche Unterschiede können sich hinsichtlich der Ansteuerung der LEDs ergeben, wenn anstelle des Moore-Schaltwerks ein Mealy-Schaltwerk realisiert wird?

Aufgabe 2: Micro16 – Wahr oder falsch?

Welche Aussagen treffen zu? Begründen Sie Ihre Antwort!

(1) Bei der Micro16 Architektur sind Datenwörter zwei Byte lang.	<input type="checkbox"/> richtig <input type="checkbox"/> falsch
(2) Bei einer Zuweisung an das Memory Address Register (MAR) kann nicht gleichzeitig eine Rechenoperation ausgeführt werden, weil das MAR nicht mit dem S-Bus verbunden ist.	<input type="checkbox"/> richtig <input type="checkbox"/> falsch
(3) Das Memory Buffer Register (MBR) dient bei Lese- und Schreiboperationen im Speicher als Zwischenablage.	<input type="checkbox"/> richtig <input type="checkbox"/> falsch
(4) Bei einem schreibenden Zugriff auf den Speicher muss die Leitung read/write für mindestens 2 Takte im Zustand logisch 0 gehalten werden.	<input type="checkbox"/> richtig <input type="checkbox"/> falsch
(5) RAM und ROM bezeichnen zwei verschiedene Adressierungsverfahren bei der Speicherverwaltung.	<input type="checkbox"/> richtig <input type="checkbox"/> falsch
(6) Am Ausgang Z der ALU liegt genau dann logisch 1 an, wenn im Ergebnis das <i>msb</i> (<i>most significant bit</i>) logisch 1 ist.	<input type="checkbox"/> richtig <input type="checkbox"/> falsch
(7) Ergibt die Addition zweier Binärzahlen einen Wert $\geq 2^{16}$, liegt am Ausgang C der ALU logisch 1 an.	<input type="checkbox"/> richtig <input type="checkbox"/> falsch
(8) Bei der Operation <i>right shift</i> werden alle Bits des Datenwortes um eine Stelle nach rechts verschoben und an der Stelle des <i>msb</i> (<i>most significant bit</i>) steht danach logisch 0.	<input type="checkbox"/> richtig <input type="checkbox"/> falsch
(9) Wird auf eines der Konstantenregister (0,+1,-1) eine Schreiboperation ausgeführt, geht der geschriebene Wert verloren.	<input type="checkbox"/> richtig <input type="checkbox"/> falsch

Aufgabe 3: Micro16 – Korrektheit von Instruktionen

Analysieren Sie die folgenden Micro-Instruktionen. Kreuzen Sie in der folgenden Liste korrekte Micro16-Instruktionen an und begründen Sie Ihre Antwort!

- 1 ☐ R10 \leftarrow rsh(R5)+R8
- 2 ☐ R7 \leftarrow rsh(R7*R1)
- 3 ☐ R10 \leftarrow -1+1
- 4 ☐ (R10+R2); if C goto L
- 5 ☐ (\neg R4); if N goto E
- 6 ☐ R5 \leftarrow (\neg R7+R0)
- 7 ☐ goto M
- 8 ☐ goto (R5)
- 9 ☐ R5 \leftarrow \neg 1
- 10 ☐ R8 \leftarrow 33

Aufgabe 4: Micro16 – Darstellung von Zahlen

Gegeben sind die Zahlen $a = (+526)_{10}$ und $b = (-1025)_{10}$.

- Wandeln Sie die Zahlen a und b ins Binärsystem um.
- Stellen Sie die beiden Zahlen in Zweierkomplementdarstellung dar. Verwenden Sie dabei die Datenwortlänge des Micro16.
- Konstruieren Sie die beiden Zahlen durch möglichst wenige Micro16-Instruktionen und legen Sie diese in Zweierkomplementdarstellung in Register R3 (Zahl a) bzw. R4 (Zahl b) ab. Sie können auf die Konstanten 0, +1 und -1 direkt zugreifen (vgl. Foliensatz 12, Folie 20), die Register R0-R10 sind mit Nullfolgen initialisiert. Geben Sie Ihre Instruktionen – wie im folgenden Beispiel – in symbolischer Notation an:

$R3 \leftarrow \text{lsh}(1+1)$ # lege $(+4)_{10}$ in R3 ab
 $R3 \leftarrow \text{lsh}(R3+1)$ # überschreibe R3 mit $(+10)_{10}$

- Welcher Zahlenbereich kann in Zweierkomplementdarstellung im Micro16 dargestellt werden? Geben Sie größte und kleinste darstellbare Zahl in Zweierkomplementdarstellung sowie als Dezimalzahl an.

Aufgabe 5: Micro16 – Analyse von Binärcode

Gegeben sind folgende Micro16-Instruktionen als Binärcode:

A M U X	CO ND	ALU	SH	M B R	M A R	R D/ W R	C S	E N S	S- BUS	B- BUS	A- BUS	ADR	
0	00	00	10	0	0	0	0	1	1101	0000	0010	0000	0000
0	00	11	00	0	0	0	0	1	1101	0000	1101	0000	0000
0	00	10	00	0	0	0	0	1	1000	0111	1101	0000	0000
0	00	00	10	0	0	0	0	1	0111	0000	0111	0000	0000
0	00	01	00	0	0	0	0	1	0111	0111	1000	0000	0000

Die Adressierung der Register und der Konstanten erfolgt in Anlehnung an die Architektur der Vorlesung (Foliensatz 12, Folie 20) wie folgt:

Register	Adresse
0	0000
+1	0001
-1	0010
R0	0100
R1	0101
...	...
R10	1110

- Geben Sie die fünf Micro-Instruktionen in symbolischer Notation (vgl. Aufgabe 3) an.
- Welche Funktion wird durch Ausführung dieser Micro-Instruktionen realisiert?

Aufgabe 6: Micro16 – Analyse von Hex-Code

Gegeben ist der folgende Micro16-Code in hexadezimaler Notation:

18 1A 0A 00 08 1A A1 00 08 1B 9A 00 01 A0 8B 00 00 20 00 00

- Übersetzen Sie die Instruktionen in binären Micro16-Code (vgl. Aufgabe 5).
- Geben Sie die Instruktionen anschließend in symbolischer Notation an. Die Adressierung der Register erfolgt analog zu Aufgabe 5.
- Welche Funktion wird durch Ausführung dieser Micro-Instruktionen realisiert? Gehen Sie davon aus, dass die Register R4 bis R6 mit gültigen Zahlen in Zweierkomplementdarstellung belegt sind.

Aufgabe 7: Micro16 – Implementierung – Multiplikation

Gegeben sind die beiden 8-Bit-Zahlen $a, b \in \mathbb{N}$ in den Registern R4 und R5.

- Geben Sie den Micro16-Code zur Berechnung des Produkts $a * b$ an. Das Ergebnis der Berechnung soll in Register R6 abgelegt werden.
- Nehmen Sie für a $(155)_{10}$ und für b $(53)_{10}$ an. Geben Sie die Registerinhalte R4, R5 und R6 am Programmbeginn und nach jedem Schleifendurchlauf Ihres zuvor entwickelten Micro16-Codes an (wobei Sie, zur besseren Übersicht, führende Nullen weglassen dürfen).

Aufgabe 8: Micro16 – Implementierung – Johnson-Zähler

Entwerfen Sie ein Micro16-Programm für einen *Johnson-Zähler*.

Bei dieser Sonderform eines Schieberegisters wird der ursprüngliche Wert des höchstwertigen Bits (*msb*) eines Registers invertiert auf das niederwertigste Bit (*lsb*) desselben Registers übertragen, nachdem alle anderen Bit dieses Registers um eine Stelle nach links verschoben wurden.

Beispiel: Ist die Bitfolge '10000000 00000011' und sind 5 Schiebeoperationen durchzuführen, so lautet das Ergebnis '00000000 01101111'.

Die zu schiebende Bitfolge liegt in Register R4. Die Anzahl auszuführender Schiebeoperationen ist in Register R5 abgelegt.

Aufgabe 9: Micro16 – Implementierung – Setzen eines Bits

Schreiben Sie ein Micro16 Programm, mit dem das k -te Bit in einem Datenwort auf logisch 1 gesetzt werden kann. Die Bitnummer k ($0 \leq k \leq 15$) befindet sich auf Adresse $(31)_{10}$ im Datenspeicher, das Datenwort ist auf Adresse $(33)_{10}$ im Datenspeicher abgelegt. Das modifizierte Datenwort soll am Ende wieder auf Adresse $(33)_{10}$ gespeichert werden.

Hinweis: Die Nummerierung der Bits erfolgt in der üblichen Weise von rechts nach links mit 0 beginnend. Das Bit mit der Nummer 0 ist daher das Bit mit der geringsten Wertigkeit (*lsb*), das Bit mit der Nummer 15 jenes mit der höchsten Wertigkeit (*msb*).

Aufgabe 10: Micro16 – Implementierung – Kaffeemaschine / Teil 3

Implementieren Sie die Steuerung der Kaffeemaschine aus Aufgabe 10 vom "Übung 4: Schaltwerke" mit einem Micro16-Programm.

Den Zustand der Taste "Start" und des Signals "OK" können Sie abfragen, indem Sie das Speicherwort mit der Adresse $(FFFF)_{16}$ lesen. Bit 0 (*lsb*) des gelesenen Speicherworts enthält den Zustand der Starttaste, Bit 1 des gelesenen Speicherworts enthält den Zustand des Signals "OK".

Um die zwei LEDs anzusteuern, muss Ihr Programm ein Datenwort auf die Speicherstelle $(FFFC)_{16}$ schreiben. Bit 0 des geschriebenen Wortes steuert die Ausgabe auf die grüne LED, Bit 1 steuert die Ausgabe auf die rote LED.