



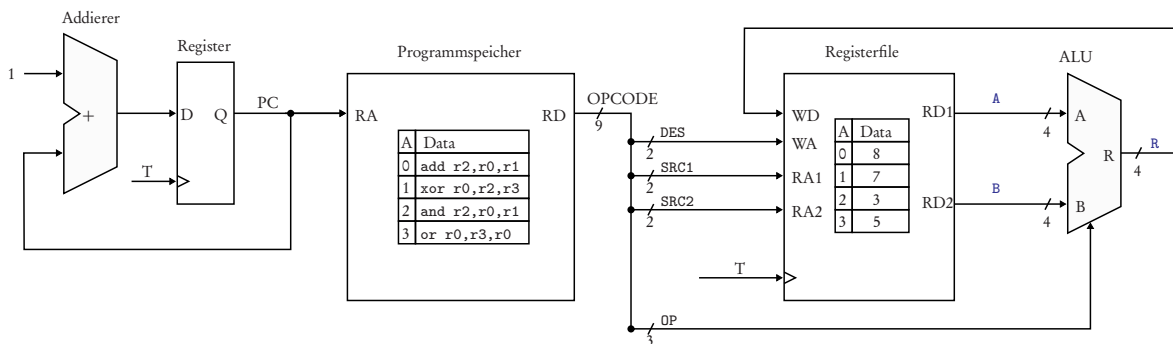
12. Übungsblatt - Rechnerarchitektur

Digitaltechnik und Rechnersysteme • Wintersemester 2022/2023

1 Gruppenübung

1.1 Minimal-Computer

Gegeben ist der Minimal-Computer aus der Vorlesung mit bereits initialisiertem Programmspeicher und Registerfile:



Der Befehlscode (OPCODE) ist für arithmetische und logische Befehle wie folgt codiert:

OPCODE (A/L)							
OP			DES		SRC1		SRC2
8	7	6	5	4	3	2	1 0

Die Operationen (OP) sind wie folgt codiert:

OP			Befehl
o_2	o_1	o_0	
0	0	0	add
0	0	1	sub
0	1	0	mul
0	1	1	and
1	0	0	or
1	0	1	xor

a) Wie lautet der binäre codierte Maschinencode des oben angegebenen Programms?

- b) Führen Sie eine Simulation des Programms durch, in dem Sie die Ergebnisse nach jedem Takt in die folgende Tabelle eintragen.

Hinweis: Beachten Sie, dass mit jedem Takt ein neues Programmwort aus dem Programmspeicher gelesen und das Registerfile mit dem Ergebnis der letzten Operation geschrieben wird.

PC	OP	DES	SRC1	SRC2	A	B	R	r0	r1	r2	r3
0											

2 Hausübung

2.1 Erweiterter Minimal-Computer (10 Punkte)

Nun sollen der Minimal-Computer aus Aufgabe 1.1 durch die in der Vorlesung beschriebenen Befehle erweitert werden. Der Befehl *load immediate* (LDI) ermöglicht das direkte Laden eines Registers (r_{DES}) mit Daten (DATA) aus dem Befehlswort:

$$r_{DES} \leftarrow DATA$$

Es soll die Befehlskodierung aus der Vorlesung verwendet werden:

OPCODE (LDI)								
110			DES		DATA			
8	7	6	5	4	3	2	1	0

Der Befehl *jump* (JMP) ermöglicht Sprünge im Programmcode, indem der Programmzähler (PC) durch eine neue Adresse (ADDR) aus dem Befehlswort überschrieben wird:

$$PC \leftarrow ADDR$$

Auch hier soll die Befehlskodierung aus der Vorlesung verwendet werden:

OPCODE (JMP)								
111			ADDR					
8	7	6	5	4	3	2	1	0

- Zeichnen Sie das Blockschaltbild des erweiterten Computers indem Sie die Abbildung aus Aufgabe 1.1 entsprechend ergänzen.
- Geben Sie die beiden Booleschen Funktionen $f_{ldi}(o_2, o_1, o_0)$ und $f_{jmp}(o_2, o_1, o_0)$ an, welche für die Befehlskodierung der Operationen LDI und JMP notwendig sind (Blöcke »ldi?« und »jmp?« in der Vorlesung).
- Geben Sie ein Programm für den erweiterten Minimal-Computer an mit welchem sich das folgende in C/Java-Syntax angegebene Programm realisieren lässt:

```
f=1;
i=1;
while(true)
{
    f = f * i;
    i++;
}
```

Verwenden Sie für die Variablen **f** und **i** die Register **r0** und **r1**. Verwenden Sie ggf. weitere Register für Konstanten.