



**h\_da**

HOCHSCHULE DARMSTADT  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

**fbi**  
FACHBEREICH INFORMATIK

RECHNERARCHITEKTUR  
SS2020  
Termin 2  
Umgang Befehlssatz eines MU1 Prozessors

Name, Vorname	Matrikelnummer	Anmerkungen
Datum	Raster (z.B. Mi3x)	Testat/Datum

Legende: V:Vorbereitung, D: Durchführung, P: Protokoll/Dokumentation, T: Testat

## Vorbereitung

Bereiten Sie die Lösungen daheim oder in den offenen Laboren so vor, dass Sie die Ergebnisse zum Laborterminal präsentieren können.

## Aufgabe1:

Erweitern sie den Befehlssatz des MU1 Prozessors um die Befehle PUSH, POP, LDR S, STR S, MOV PC und MOV SP . Zeichnen Sie in die Diagramme den jeweiligen Datenfluss und füllen Sie die Steuerungstabelle aus.

Der Befehl PUSH dekrementiert ( $SP=SP-1$ ) den Stackpointer (Register SP) und speichert den aktuellen Akkumulatorinhalt (Register A) auf dem Stack.

Der Befehl POP lädt den Wert auf den der Stackpointer zeigt in den Akkumulator und inkrementiert ( $SP=SP+1$ ) den Stackpointer.

Der Befehl STR S schreibt den Inhalt des Akkumulator in die Speicherstelle mit der Adresse, welche in der Speicherstelle mit der Adresse S steht.

Der Befehl LDR S lädt den Inhalt der Speicherstelle mit der Adresse, welche in der Speicherstelle mit der Adresse S steht, in den Akkumulator.

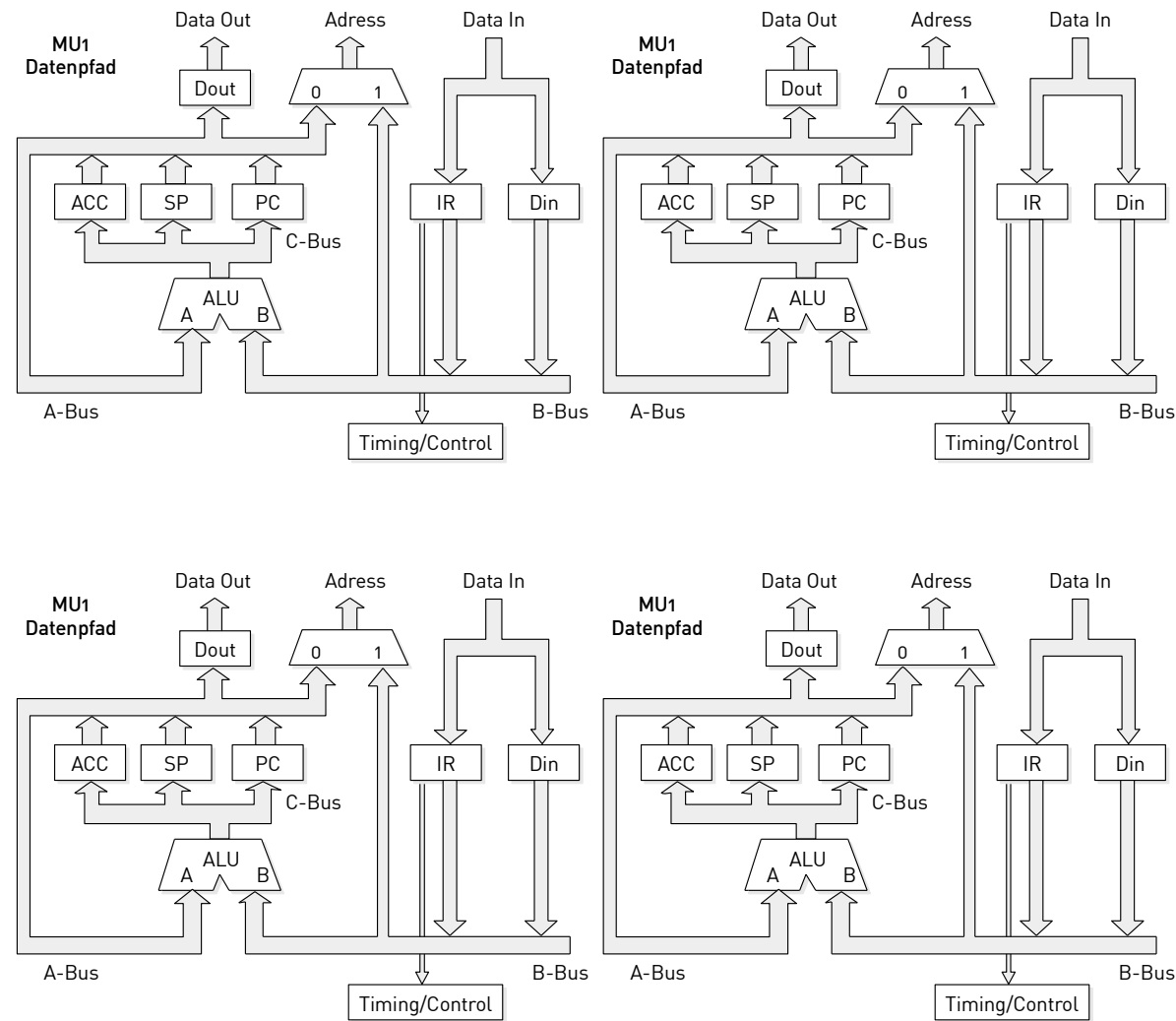
Der Befehl MOV PC kopiert den Inhalt vom Register ACC in das Register PC.

Der Befehl MOV SP kopiert den Inhalt vom Register ACC in das Register SP.

Befehlstabelle für MU1

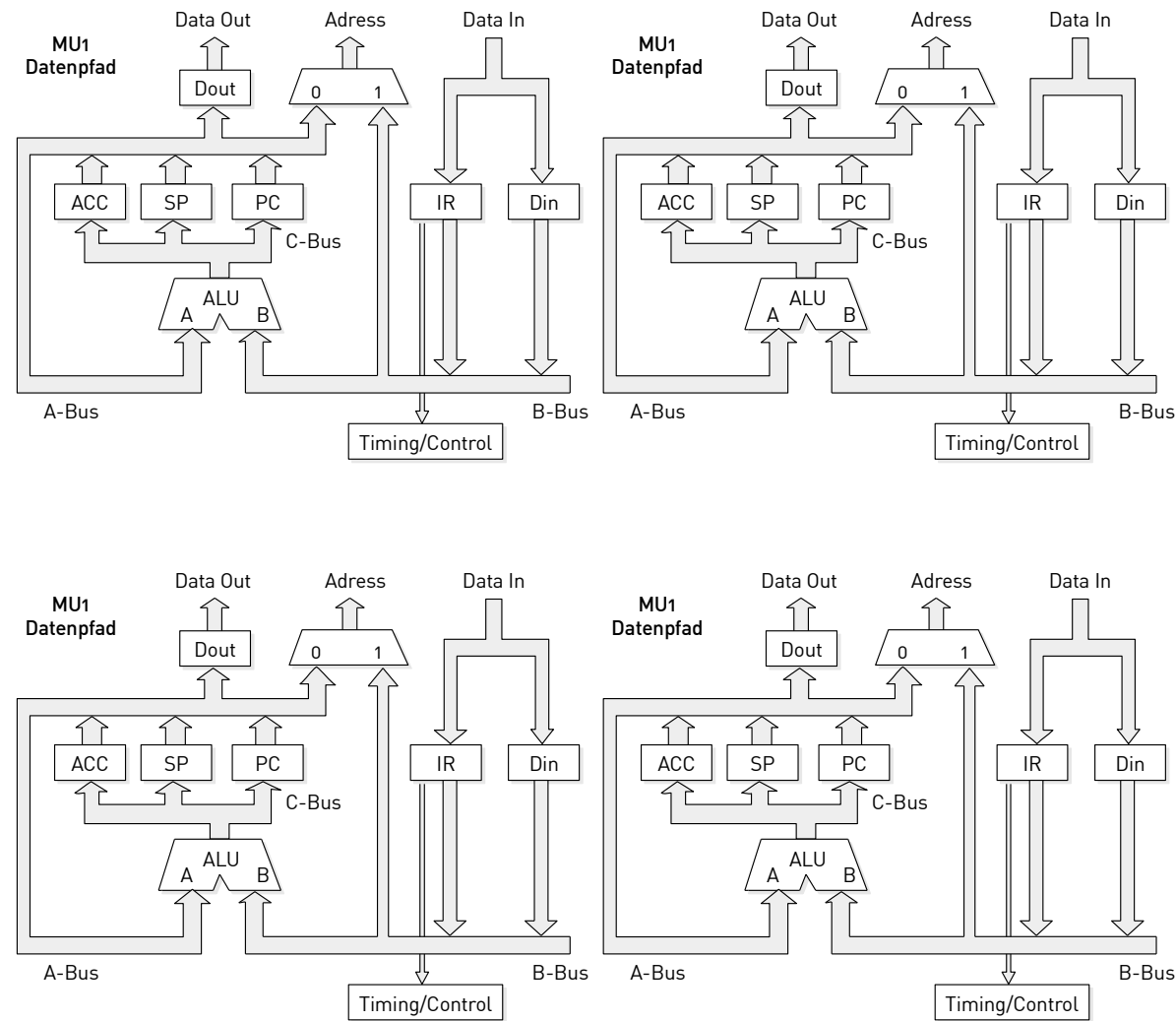
<i>Instruction</i>	<i>Opcode Bit 15..12</i>	<i>Effekt</i>
<i>Reset</i>		$PC = 0$
LDA S	0000	$ACC = [S]$
STO S	0001	$[S] = ACC$
ADD S	0010	$ACC = ACC + [S]$
SUB S	0011	$ACC = ACC - [S]$
JUMP S	0100	$PC = S$
JGE S	0101	IF $ACC \geq 0$ $PC = S$
JNE S	0110	IF $ACC \neq 0$ $PC = S$
STOP	0111	stop
CALL S	1000	$SP = SP-1, [SP] = PC, PC = S$
RETURN	1001	$PC = [SP], SP = SP + 1$
PUSH	1010	$SP = SP-1, [SP] = ACC$
POP	1011	$ACC = [SP], SP = SP + 1$
LDR S	1100	$ACC = [[S]]$
STR S	1101	$[[S]] = ACC$
MOV PC	1110	$PC = ACC$
MOV SP	1111	$SP = ACC$

## Der Befehl Push



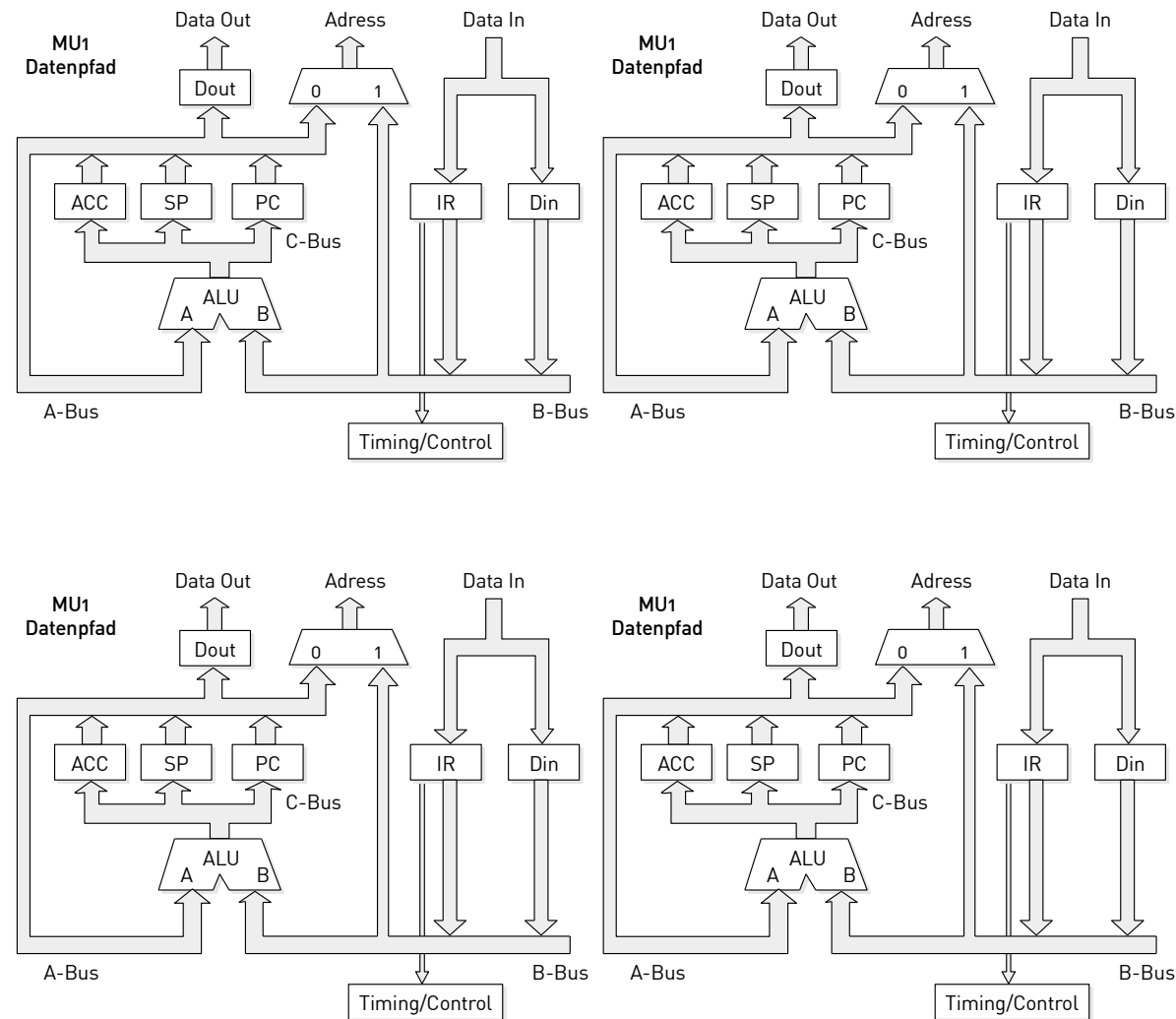
Inputs						Outputs														Description					
PUSH	Instruction	Opcode	/Reset	Step	ACC <sub>Z</sub> /Zero	ACC <sub>15</sub> / Negative	Step	Address	ACC <sub>OE</sub>	ACC <sub>IE</sub>	SP <sub>oe</sub>	SP <sub>ie</sub>	PC <sub>oe</sub>	PC <sub>ie</sub>	IR <sub>oe</sub>	IR <sub>ie</sub>	DIN <sub>oe</sub>	DIN <sub>ie</sub>	DOUT <sub>oe</sub>	DOUT <sub>ie</sub>	ALU Function	MEM <sub>rq</sub>	RnW		

## Der Befehl Pop



Inputs						Outputs																Description			
POP	Instruction	Opcode	/Reset	Step	ACC <sub>z</sub> /Zero	ACC <sub>15</sub> / Negative	Step	Address	ACC <sub>OE</sub>	ACC <sub>IE</sub>	SP <sub>oe</sub>	SP <sub>ie</sub>	PC <sub>oe</sub>	PC <sub>ie</sub>	IR <sub>oe</sub>	IR <sub>ie</sub>	DIN <sub>oe</sub>	DIN <sub>ie</sub>	DOUT <sub>oe</sub>	DOUT <sub>ie</sub>	ALU Function	MEM <sub>rq</sub>	RnW		

## Der LDR S Befehl

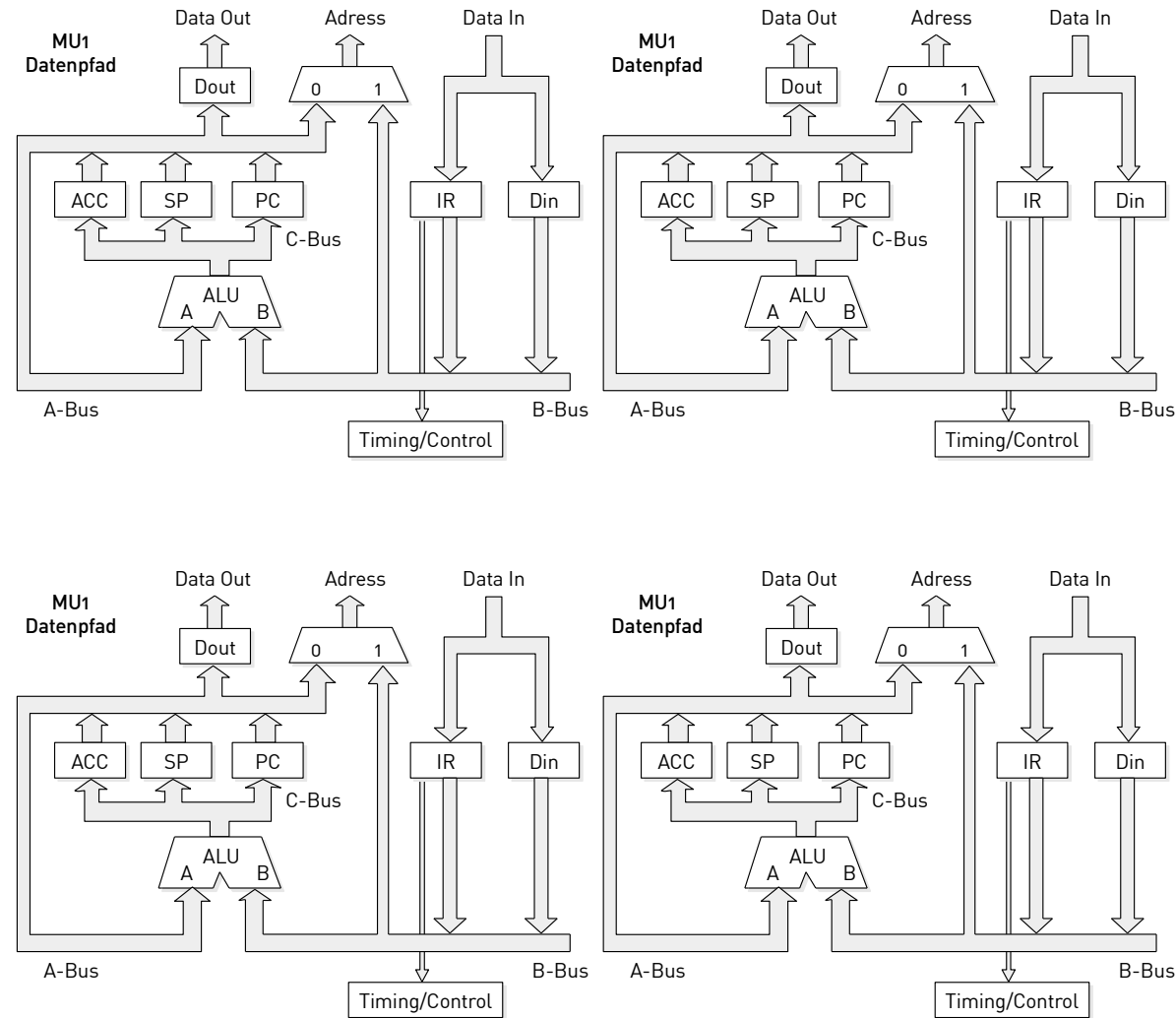


Der LDR S Befehl

Inputs						Outputs																Description			
LDR S	Instruction	Opcode	/Reset	Step	ACC <sub>Z</sub> /Zero	ACC <sub>15</sub> /Negative	Step	Address	ACC <sub>OE</sub>	ACC <sub>ie</sub>	SP <sub>oe</sub>	SP <sub>ie</sub>	PC <sub>oe</sub>	PC <sub>ie</sub>	IR <sub>oe</sub>	IR <sub>ie</sub>	DIN <sub>oe</sub>	DIN <sub>ie</sub>	DOUT <sub>oe</sub>	DOUT <sub>ie</sub>	ALU Function	MEM <sub>rq</sub>	RnW		



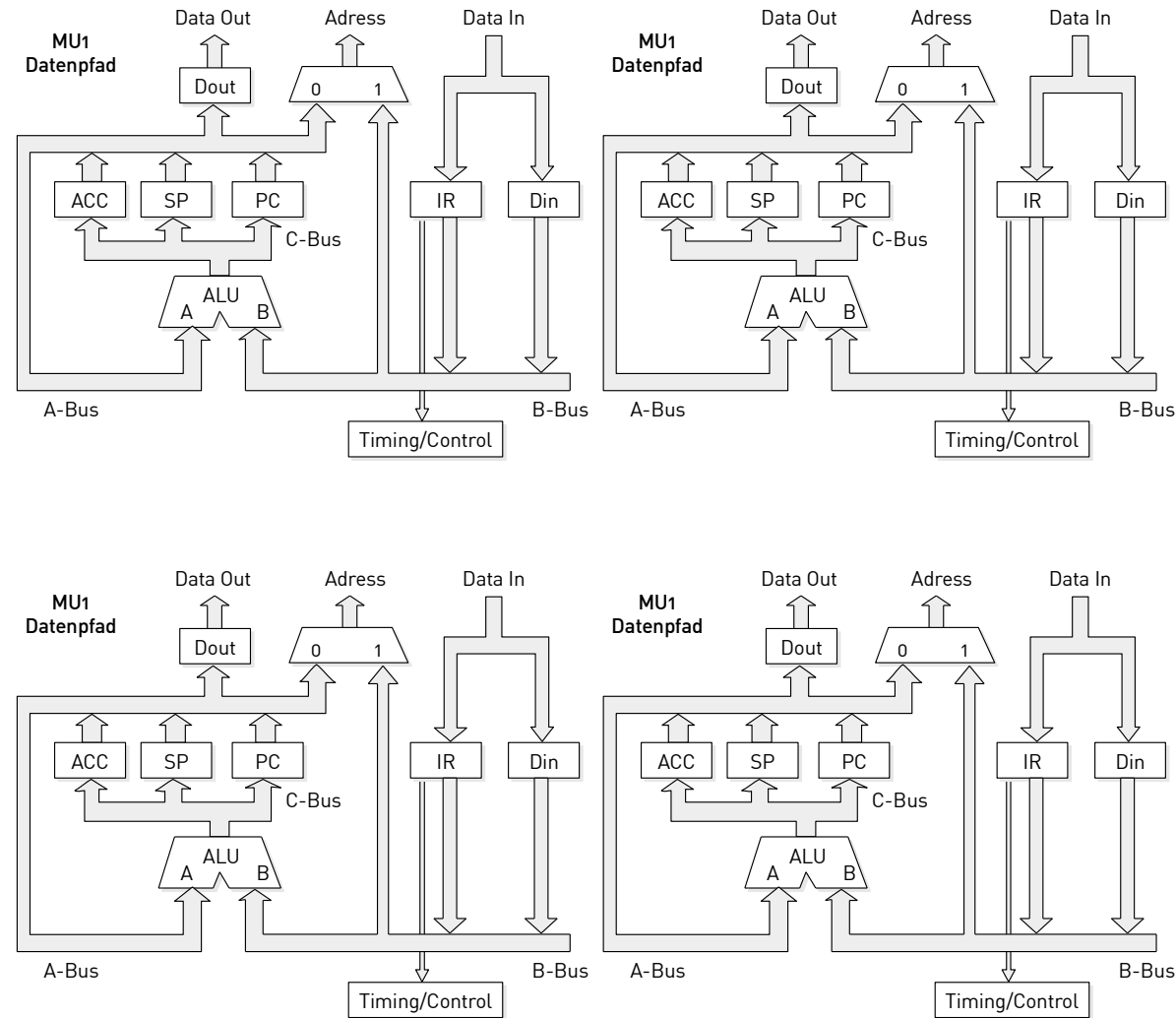
## Der STR S Befehl



## Der STR S Befehl

Inputs						Outputs																Description		
STR S	Instruction	Opcode	/Reset	Step	ACC <sub>z</sub> /Zero	ACC <sub>15</sub> /Negative	Step	Address	ACC <sub>oe</sub>	ACC <sub>ie</sub>	SP <sub>oe</sub>	SP <sub>ie</sub>	PC <sub>oe</sub>	PC <sub>ie</sub>	IR <sub>oe</sub>	IR <sub>ie</sub>	DIN <sub>oe</sub>	DIN <sub>ie</sub>	DOUT <sub>oe</sub>	DOUT <sub>ie</sub>	ALU Function	MEM <sub>rq</sub>	RnW	

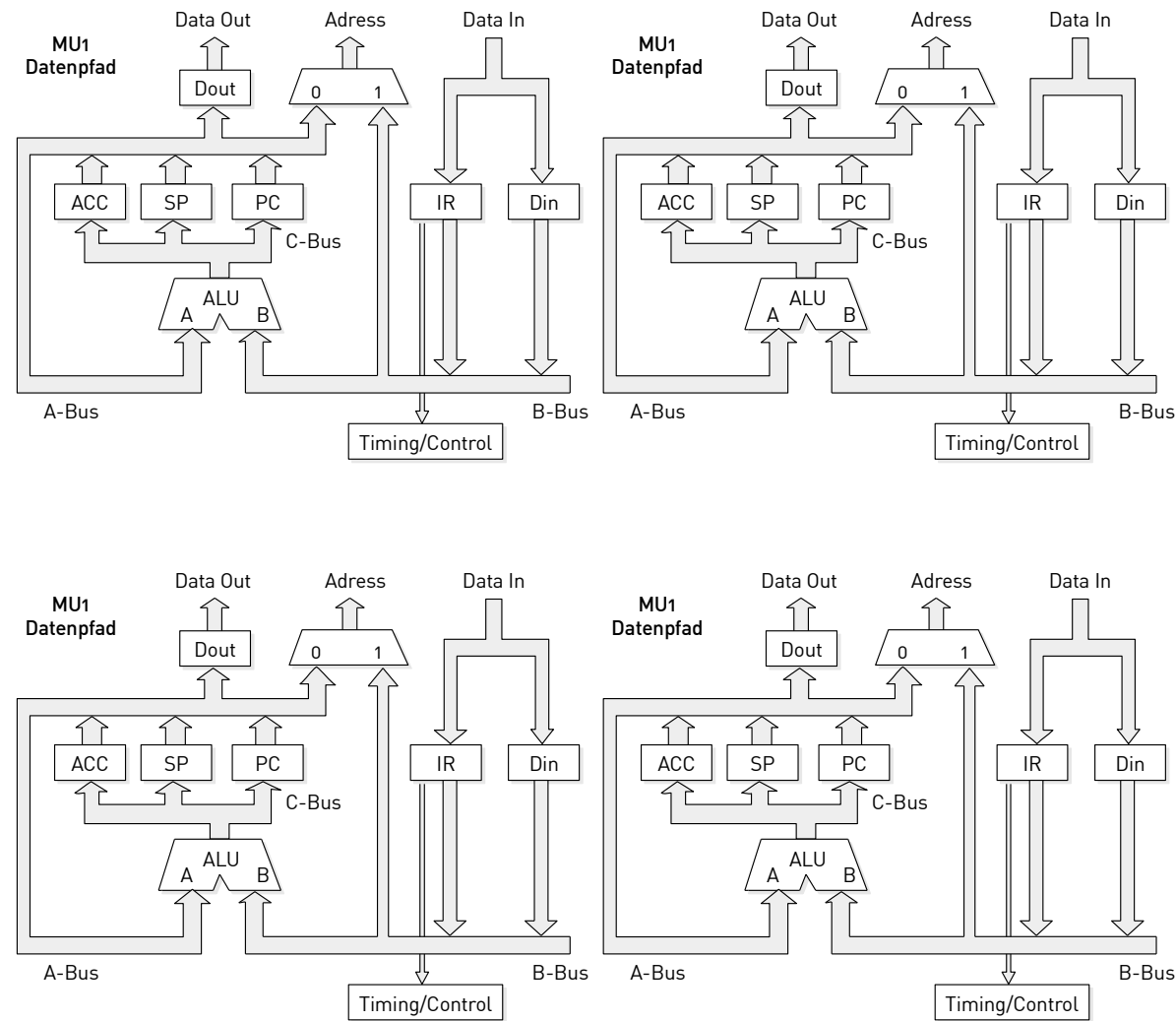
## Der MOV PC Befehl



Der MOV PC Befehl

Inputs						Outputs																Description		
MOV PC	Instruction	Opcode	/Reset	Step	ACC <sub>Z</sub> /Zero	ACC <sub>15</sub> /Negative	Step	Address	ACC <sub>OE</sub>	ACC <sub>ie</sub>	SP <sub>oe</sub>	SP <sub>ie</sub>	PC <sub>oe</sub>	PC <sub>ie</sub>	IR <sub>oe</sub>	IR <sub>ie</sub>	DIN <sub>oe</sub>	DIN <sub>ie</sub>	DOUT <sub>oe</sub>	DOUT <sub>ie</sub>	ALU Function	MEM <sub>rq</sub>	RnW	

## Der MOV SP Befehl



Der MOV SP Befehl

Inputs						Outputs														Description					
MOV SP	Instruction	Opcode	/Reset	Step	ACC <sub>Z</sub> /Zero	ACC <sub>15</sub> /Negative	Step	Adress	ACC <sub>OE</sub>	ACC <sub>ie</sub>	SP <sub>oe</sub>	SP <sub>ie</sub>	PC <sub>oe</sub>	PC <sub>ie</sub>	IR <sub>oe</sub>	IR <sub>ie</sub>	DIN <sub>oe</sub>	DIN <sub>ie</sub>	DOUT <sub>oe</sub>	DOUT <sub>ie</sub>	ALU Function	MEM <sub>rq</sub>	RnW		

**Zusatzaufgabe (wenn in der Vorlesung behandelt):**

Versuchen sie das Beispielprogramm aus der Vorlesung mit den neuen Befehlen LDR S und STR S so umzuschreiben, dass sie keinen selbst modifizierenden Code mehr benötigen.

```
Loop:      LDA  Total      ; Accumulate total
Add_instr: ADD  Table      ; Begin at head of table
           STO  Total      ;
           LDA  Add_instr  ; Change address ...
           ADD  One        ; by modifying instruction!
           STO  Add_instr  ;
           LDA  Count      ; Count iterations
           SUB  One        ; Count down to zero
           STO  Count      ;
           JGE  Loop       ; If >= 0 repeat
           STP              ; Halt execution
```

; Data definitions

```
Total      DEFW      0      ; Total - initially zero
One         DEFW      1      ; The number one
Count DEFW      4          ; Loop counter (loop 5x)
Table       DEFW      39     ; The numbers to total ...
           DEFW      25     ;
           DEFW      4       ;
           DEFW      98     ;
           DEFW      17     ;
```

Das obige Programm können Sie auch mit dem dem angebotenen Simulator (Ordner Simulator-MU1) testen. Wechseln hierzu in den Ordner und geben Sie in eine Konsole (Terminal)

```
java -jar ArchitectureSimulator_v8.jar
```

ein.

Infos hierzu finden sich im TechnoWiki vom Fachbereich Informatik unter:

[https://wiki.h-da.de/fbi/technische-systeme/index.php/Projekt\\_mu0-Simulator](https://wiki.h-da.de/fbi/technische-systeme/index.php/Projekt_mu0-Simulator)