```
目的与要求
实验环境
具体内容
 指令一
   微程序设计与实现
   指令测试
  指令二
   微程序设计与实现
   指令测试
 指令三
   微程序设计与实现
   指令测试
实验心得
附加材料
  字长
 指令
  主存
  运算器
   引脚信号
  控制器
    AM2910
      三个输出使能信号
      引脚定义
     16条命令
  微程序
   微指令格式
    常用微指令
  程序调试
    前期准备
    输入并查看微码
    将微码加载到微控存
    测试指令
    观察运算结果
```

目的与要求

深入了解计算机各种指令的执行过程,以及控制器的组成,指令系统微程序设计的具体知识,进一步理解和掌握 动态微程序设计的概念;完成微程序控制的特定功能计算机的指令系统设计和调试。

要讲行这项大型实验,必须清楚地懂得:

- 1. TEC-2机的功能部件及其连接关系;
- 2. TEC-2机每个功能部件的功能与具体组成;
- 3. TEC-2机支持的指令格式;
- 4. TEC-2机的微指令格式, AM2910芯片的用法;
- 5. 已实现的典型指令的执行实例,即相应的微指令与其执行次序的安排与衔接;
- 6. 要实现的新指令的格式与功能。

实验环境

TEC - 2模拟机

具体内容

请选定指令格式、操作码,按照要求,设计三条指令。

指令一

• 说明

把用绝对地址表示的内存单元 ADDR1 中的内容与内存单元 ADDR2 中的内容相减,结果存于内存单元 ADDR1 中。 三字指令(控存入口 110H)。

• 格式

D8xx,ADDR1,ADDR2

• 功能

[ADDR1]=[ADDR1]-[ADDR2]

微程序设计与实现

执行顺序	微指令	说明
1	PC o AR, PC + 1 o PC	为读取第1个操作数的地址做准备
2	MEM o R6	读取第1个操作数的地址送入 R_6
3	PC o AR, PC + 1 o PC	为读取第2个操作数的地址做准备
4	MEM o AR	读取第2个操作数的地址送入AR
5	R6 o AR, MEM o R6	第1个操作数地址送 AR ,读取第2个操作数送入 R_6
6	MEM-R6 o R6	第1个操作数-第2个操作数送入 R_6
7	R6 o MEM	R_6 送第1个操作数所在存储单元

1. $PC \rightarrow AR, PC + 1 \rightarrow PC$

1 0000 0E00 A0B5 5402

				八								七									六							£				
说明	高8位无用										微	指令转	移时,	转移	至下均	Ŀ			备	用			一条	将要执 也址	决定C	:C*如	何取值	直	备用		tatus 江取值	央定标 方式
													下均	Ŀ					备	用	AM2	910命	冷码	CI 3-0	S	CC		SC	备用		SST	
微指令	B63	B62	B61	B60	B59	B58	B57	B56	B55	B54	B53	B52	B51	B50	B49	B48	B47	B46	B45	B44	B43	B42	B41	B40	B39	B38	B37	B36	B35	B34	B33	B32
二进制	х	х	х	х	x	x	x	x	x	x	x	x	х	х	x	x	х	х	x	x	1	1	1	0	x	x	x	x	x	x	х	x
十六进制			0			()			()			C)			()				E			0				()	
				四								Ξ									Ξ							_				
说明	是否 访问 主存 或外			存器结	访问 内存 还是 IO		功能	选择	写还 是读	运算	数来派	原选择		寄存器	器选择			寄存器	器选择	<u>.</u>	进位	选择	移位	控制	A口地址 选择		送往 (IB的)		B口 地址 选择		接受旧	
	!!MIO MI 8-6 REQ MI 5-3										MI 2-			A				В			S			SH	SA		DC1		SB		DC2	
微指令	B31	B31 B30 B29 B28 B27 B26 B25 B24									B21	B20	B19	B18	B17	B16	B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	В3	B2	B1	B0
二进制	1	0	1	0	0	0	0	0	X	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	X	X	0	X	X	X	0	0	1	0
十六进制		1	4			()			E	3			5	5				5				4			0				1	2	

七

顺序执行,下址字段任意取值即可

• 📉

AM2910命令码为14,即14号指令,顺序执行

- 五
 - \circ SCC, SC

顺序执行时不需要条件测试,不需要使用 \bar{CC} ,所以这4位任意取值

 \circ SST

此时并非真正的运算,并且第6条微指令才是真正的运算,所以这3位任意即可

- 四、三
 - \circ $M\overline{I}O$, REQ, $W\overline{E}$

不需要读写存储器或输入输出设备, 所以为 10x

 \circ MI_{8-6}

运算结果送B口,运算器Y输出A口

MI₅₋₃选择加法运算

 \circ MI_{2-0}

运算数选择B口和0, (选A口和0也可以,因为A口和B口是同一个寄存器)

○ A口选PC, 即R₅

• -

B□选PC,即R₅

 \circ SCI

最低位进位设置为1

。 SSH 不移位

• —

SA、SB选微指令中的A口、B口地址

 \circ DC1

因为AR只能接收来自运算器的结果输出信号,所以DC1可以任意

 \circ DC2

运算器输出送AR

2. MEM
ightarrow R6

1 0000 0E00 30F0 6000

				八								t									`								<u> </u>			
	,,											τ	<u>, </u>								`								п			
说明	高8位无用										微	指令转	移时,	转移	至下均	ıŁ			备	用		选择7 的微指			决定	CC*	如何取	傾	备用		tatus) 立取值	决定标 i方式
כעיטט	j 高8位无用												下块	ıŁ					备	用	AM2	910命 (令码)	CI 3-		scc		sc	备用		SST	
微指令	B63	B63 B62 B61 B60 B59 B58 B57 B								B54	B53	B52	B51	B50	B49	B48	B47	B46	B45	B44	B43	B42	B41	B40	B39	B38	B37	B36	B35	B34	B33	B32
二进制	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1	1	1	0	x	x	x	x	x	x	x	X
十六进制			0			()				0			()			()			E				0	1				0	
				四								Ξ																-	_			
说明	是否 访问 主存 或外			存器结 出选择	访问 内存 还是 IO	法質	功能	选择	写还 是读	运算	数来》	原选择		寄存器	8选择		1	寄存器	器选择		进位	选择	移位	控制	A口 地址 选择		送往(ilB的)		B口 地址 选择		g受IB 寄存器	数据的器
	!!MIO MI 8-6 REQ MI 5-3								!!WE		MI 2-	-0		Α				В			_	CI	SS	H	SA		DC1		SB		DC2	!
微指令	B31	B30	B29	B28	B27	B26	B25	B24	B23	B22	B21	B20	B19	B18	B17	B16	B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	В3	B2	B1	B0
二进制	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	X	X	X	X	0	1	1	0	0	0	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0
十六进制			3			()				F			()			(5			()			0					0	

七

顺序执行,下址字段任意取值即可

• 📉

AM2910命令码为14,即14号指令,顺序执行

五

o SCC, SC

顺序执行时不需要条件测试,不需要使用CC,所以这4位任意取值

 \circ SST

此时并非真正的运算,并且第6条微指令才是真正的运算,所以这3位任意即可

• 四、三

 \circ $M\overline{I}O$, REQ, $W\overline{E}$

读存储器

 \circ MI_{8-6}

运算结果送B口,运算器Y输出运算结果(并没有使用)

 \circ MI_{5-3}

选择加法运算

 \circ MI_{2-0}

运算数选择D和0

 \circ $A\square$

任意

• -

 \circ $B\square$

选R6

 \circ SCI

最低位进位设置为0

 \circ SSH

不移位

• —

• SA, SB

A口任意,因为不使用A口;选择微指令中的B口地址

 \circ DC1

任意

 \circ DC2

不控制

3. $PC \rightarrow AR, PC + 1 \rightarrow PC$

1 0000 0E00 A0B5 5402

这条微指令和本机器指令的第一条微指令完全一样,不再做解释说明

4. MEM o AR

1 | 0000 0E00 10F0 0002

				八								七									六								Б			
说明				高8位	无用						微	指令转	移时,	转移	至下址	t			备	用		选择7		将要执 地址	决定	ÈCC*	如何耳	双值	备用	set st 志位	atus决 取值)	
		R63 R62 R61 R60 R59 R58 R57 R56											下均	Ŀ					备	用	AM	2910命	令码	CI 3-0		SCC		SC	备用		SST	
微指令									B55	B54	B53	B52	B51	B50	B49	B48	B47	B46	B45	B44	B43	B42	B41	B40	B39	B38	B37	B36	B35	B34	B33	B32
二进制	x								X	х	x	х	x	х	х	X	х	х	х	х	1	1	1	0	х	х	x	X	x	х	X	X
十六进制			0				0			(0			()			()				E			(0			()	
				pτ								Ξ									=								_			
说明	是否 访问 主 或外		M2901署 果和Y输				功能	选择	写还 是读	运算	数来派	原选择	:	寄存器	8选择			寄存器	器选择	<u> </u>	进位	选择	移位	控制	A口 地址 选择		B E E E E E E E E E E E E E E E E E E E		B口 地址 选择		接受IB]寄存器	
	!!MIO		MI 8-	-6	REQ		MI 5-3	3	!!WE		MI 2-	0		Α	П			В			S	CI	S	SH	SA		DC1		SB		DC2	
微指令	B31	В3	0 B29	B28	B27	B26	B25	B24	B23	B22	B21	B20	B19	B18	B17	B16	B15	B14	B13	B12	B11	B10	В9	B8	В7	В6	B5	B4	В3	B2	B1	B0
二进制	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	X	X	X	X	X	X	X	0	1	0
十六进制			1				0				F			()			()				0			(0			2	2	

七

顺序执行,下址字段任意取值即可

六

AM2910命令码为14,即14号指令,顺序执行

- 五
 - o SCC, SC

顺序执行时不需要条件测试,不需要使用 \overline{CC} ,所以这4位任意取值

 \circ SST

此时并非真正的运算,并且第6条微指令才是真正的运算,所以这3位任意即可

- 四、三
 - 。 MIO、REQ、WE 读存储器
 - \circ MI_{8-6}

运算结果不送寄存器,运算器Y输出运算结果送AR

MI₅₋₃选择加法运算

 \circ MI_{2-0} 运算数选择D和0

A口任意

• -

B□

任意

 \circ SCI

最低位进位设置为0

。 SSH 不移位

• —

• SA, SB

都任意,因为不使用A口和B口

 \circ DC1

任意

 \circ DC2

运算器输出送AR

5. $R6 \rightarrow AR, MEM \rightarrow R6$

1 0000 0E00 20F6 6002

				八								t	;							7	À								£			
说明	明 高8位无用										微	指令转	移时,	转移	至下均	ıŁ			备		执行	的微	下一条 指令的	地址		ECC*	如何取	で値	备用	set star 志位印	us决定标 【值方式	
	AA DC2 DC2 DC4 DC0 DC0 DC7 DC7												下均	lt .					备	用	AM2	910命	令码	CI 3-0		SCC		SC	备用	9	ST	
微指令										B54	B53	B52	B51	B50	B49	B48	B47	B46	B45	B44	B43	B42	B41	B40	B39	B38	B37	B36	B35	B34 B3	3 B32	2
二进制	制 x x x x x x x x x x									X	X	X	X	X	х	X	х	х	х	х	1	1	1	0	X	X	х	х	х	X >	х	
十六进制											0			C)			C)				E			Ċ)			0		
				四								Ξ									Ξ								_			
说明	是 前 主 或 设		01寄存等 /输出选		访问 内存 还是 IO		功能	选择	写还 是读	运算	数来源	原选择	:	寄存器	器选择			寄存器	器选择		进位	选择	移位	控制	A口 地址 选择		送往r IB的數	が押	B口 地址 选择	选择接多	EIB数据I 存器	的
	!!MIO MI 8-6 REQ MI 5-3								!!WE		MI 2-	0		ΑI				BI	_		S	CI	S	SH	SA		DC1		SB	[C2	
微指令	B31	B30	B29	B28	B27	B26	B25	B24	B23	B22	B21	B20	B19	B18	B17	B16	B15	B14	B13	B12	B11	B10	В9	B8	B7	B6	B5	B4	В3	B2 B	1 B0	
二进制	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	x	х	0	х	х	х	0	0 1	0	
十六进制		2	2			C)				F			ϵ	5			ϵ	5				0			C)			2		

七

顺序执行,下址字段任意取值即可

• 📉

AM2910命令码为14,即14号指令,顺序执行

- 五
 - SCC, SC

顺序执行时不需要条件测试,不需要使用 $ar{CC}$,所以这4位任意取值

 \circ SST

此时并非真正的运算,并且第6条微指令才是真正的运算,所以这3位任意即可

- 四、三
 - \circ $M\overline{I}O$, REQ, $W\overline{E}$

读存储器

 \circ MI_{8-6}

运算结果送B口,运算器Y输出A口

 \circ MI_{5-3}

选择加法运算

 \circ MI_{2-0}

运算数选择D和0

 \circ $A\square$

 R_6

- -
 - \circ $B\square$

 R_6

 \circ SCI

最低位进位设置为0

 \circ SSH

不移位

• —

• SA, SB

使用微指令中的A口和B口

 \circ DC1

任意

 \circ DC2

运算器输出送AR

6. MEM-R6
ightarrow R6

1 0000 0E01 22D6 6000

				八								t	;								六								£			
说明	高8位无用										微	指令转	移时	,转移	至下均	ıŁ .			备	用		选择7 的微指		将要执 地址	决定	C*,	如何取	双值	备用	set s 标志(tatus 立取值	
	R63 R62 R61 R60 R59 R58 R57 R56												下	址					备	用	AM2	2910命	令码	CI 3-0	S	CC		SC	备用		SST	
微指令									B55	B54	B53	B52	B51	B50	B49	B48	B47	B46	B45	B44	B43	B42	B41	B40	B39 E	38	B37	B36	B35	B34	B33	B32
二进制	x	X	x	X	X	x	X	X	X	X	X	X	X	X	x	X	X	X	X	X	1	1	1	0	x	X	x	х	X	0	0	1
十六进制		0)			-	0			C)			()			()				E			()				1	
				四								Ξ									=							-	_			
说明	是否访 问主存 或外设				访问 内存 还是 IO		功能	选择	写还 是读	运算	数来源	选择		寄存器	器选择			寄存器	器选择		进位	选择	移位				送往F 記B的數		B口 地址 选择		接受Ⅱ 寄存됨	
	!!MIO		MI 8-	6	REQ		MI 5-	3	!!WE		MI 2-	0		Α				В			S	CI	S	SH	SA		DC1		SB		DC2	
微指令	B31	B30	B29	B28	B27	B26	B25	B24	B23	B22	B21	B20	B19	B18	B17	B16	B15	B14	B13	B12	B11	B10	В9	B8	B7	36	B5	B4	B3	B2	B1	B0
二进制	0	回主存 或外设 !!MIO MI 8-6 B31 B30 B29 E				0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	х	X	0	X	x	х	0	0	0	0
十六进制		2					2			[)			(5			6	5				0			()			()	

七

顺序执行,下址字段任意取值即可

• 📉

AM2910命令码为14,即14号指令,顺序执行

- 五
 - o SCC, SC

顺序执行时不需要条件测试,不需要使用 $ar{CC}$,所以这4位任意取值

 \circ SST

此时是真正的运算,设置标志位

- 四、三
 - \circ $M\overline{I}O$, REQ, $W\overline{E}$

读存储器

 \circ MI_{8-6}

运算结果送B口;运算器Y输出A口 (并没有使用)

- MI₅₋₃选择减法运算
- \circ MI_{2-0} 运算数选择D和A口
- $A\square$ R_6
- -
 - \circ $B\square$ R_6
 - 。 *SCI* 最低位进位设置为0
 - 。 *SSH* 不移位
- —
 - \circ SA、SB 使用微指令中的A口和B口
 - *DC*1 任意
 - DC2不控制
- 7. R6 o MEM

1 | 0029 0300 1046 0010

				八																									_			
说明	高8位无用										微	指令转		转移	至下	址			备				一条	将要执 地址	决员	定CC*	如何耳		五 备用		atus 汉取值	决定标 方式
						下均	ıŁ					备	用	AM2	910命	令码	CI 3-0		SCC		SC	备用		SST								
微指令	B63 B62 B61 B60 B59 B58 B57 B56									B54	B53	B52	B51	B50	B49	B48	B47	B46	B45	B44	B43	B42	B41	B40	B39	B38	B37	B36	B35	B34	B33	B32
二进制	x x x x x x x x									0	1	0	1	0	0	1	0	0	x	x	0	0	1	1	0	0	0	x	x	0	0	0
十六进制										2	2			9	9			()				3			()			()	
	制 0 0											Ξ									=											
说明	是否访问主 存或外设			存器结 出选择	访问 内存 还是 IO		功能	选择	写还 是读	运算	数来》	原选择		寄存器	器选择	<u> </u>		寄存器	紧选 择	Ĕ	进位	选择	移位	控制	A口 地址 选择		送往I	Kirtle:	B口 地址 选择		接受IE]寄存	B数据 器
	!!MIO MI 8-6 REQ MI 5-3							-	!!WE		MI 2-	0			П			В			S	CI	S	SH	SA		DC1		SB		DC2	
微指令	B31	B30	B29	B28	B27	B26	B25	B24	B23	B22	B21	B20	B19	B18	B17	B16	B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	В3	B2	B1	B0
二进制	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	x	X	x	X	0	0	x	x	0	0	0	1	X	0	0	0
十六进制		1				()				1			(6			()				0			1	1			()	

七

这是最后一条微指令,下一条微指令是 A4H。

• 六

AM2910命令码为3,即3号指令,条件转移

- 五
 - SCC, SC

 \overline{CC} 设为0,进行转移

 \circ SST

此时并不是运算, 所以标志位不变

• 四、三

 \circ $M\overline{I}O$, REQ, $W\overline{E}$

写存储器

 \circ MI_{8-6}

运算结果不送寄存器;运算器Y输出A口

 \circ MI_{5-3}

选择加法运算

 \circ MI_{2-0}

运算数选择0和A口

 \circ $A\square$

 R_6

• =

B□

任意

 \circ SCI

最低位进位设置为0

 \circ SSH

不移位

• —

 \circ SA, SB

使用微指令中的A口; B口任意

 \circ DC1

运算器输出送IB

 \circ DC2

不控制

指令测试

如下图所示,[A00H] 存储单元(ADDR1)存储了 0045H,[A01H] 存储单元(ADDR2)存储了 0023H,最终指令运行后 [A00H] 为 0022H,实现 [ADDR1]=[ADDR1]-[ADDR2]。

```
TEC-2 CRT MONITOR
Version 1.2 ,Jun.2005
>E900
0900
0905
090A
                                                       0000: A0B5
               0000:0000
                                   0000:0E00
                                                                            0000:5402
                                                                                                0000:0000
              0000:0000
0000:0E00
0000:A0B5
0000:0002
0000:0000
                                                       0000: H0B5
0000: 6000
0000: 0000
0000: 0E00
0000: 22D6
0000: 0010
                                                                           0000:0000
0000:0E00
0000:20F6
0000:6000
                                  0000:30F0
0000:5402
0000:0000
0000:0E01
                                                                                                0000:0E00
                                                                                               0000:10F0
0000:6002
0000:0029
090F
0914
0919
                                   0000:1046
>Ď900
0900
0908
0910
0918
0920
0928
0930
                                                                                                       0000
0000
0000
0029
0000
0000
                         0E00
0E00
0E00
0300
0000
                                     A0B5
A0B5
20F6
1046
                                               5402
5402
6002
                                                                                 30F0
10F0
22D6
0000
                                                                      0E00
0E00
                                                           0000
                                                                                            6000
                                                           0000
0000
                                                                                            0002
6000
                                                                      0E01
                                                                      0000
                                                                                            0000
                                                0010
                                                           0000
                                                                                                       rsity
                                     0000
0000
                                                0000
0000
                                                           0000
                                                                      0000
                                                                                 0000
                                                                                            0000
                                                           0000
                                                                      0000
                                                                                 0000
                                                                                            0000
               0000
                          0000
                                     0000
                                                0000
                                                           0000
                                                                      0000
                                                                                 0000
                                                                                            0000
0938
0940
               0000
                          0000
                                     0000
                                                0000
                                                                      0000
                                                                                 0000
                                                                                            0000
                                                           0000
               0000
0000
                          0000
                                     0000
                                                                      0000
                                                0000
                                                           0000
                                                                                 0000
                                                                                            0000
0948
                          0000
                                     0000
                                                0000
                                                           0000
                                                                      0000
                                                                                            0000
                                                                                 0000
0950
               0000
                          0000
                                     0000
                                                0000
                                                           0000
                                                                      0000
                                                                                 0000
                                                                                            0000
0958
               0000
                          0000
                                     0000
                                                0000
                                                           0000
                                                                      0000
                                                                                 0000
                                                                                            0000
0960
               0000
                          0000
                                     0000
                                                0000
                                                           0000
                                                                      0000
                                                                                 0000
                                                                                            0000
                                                           0000
0968
               0000
                          0000
                                     0000
                                                0000
                                                                      0000
                                                                                 0000
                                                                                            0000
               0000
                          0000
0970
                                     0000
                                                0000
                                                           0000
                                                                      0000
                                                                                 0000
                                                                                            0000
>A800
          MOV R1,900
MOV R2,7
MOV R3,110
LDMC
0800:
0802:
0804:
0804:
0806:
0807:
0808:
>G800
>A820:
0822:
0824:
          RET
          MOV R0,0045
MOV [A00],R0
MOV R1,0023
MOV [A01],R1
NOP
NOP
NOP
RET
0826:
0828:
0829:
082A:
082B:
082C:
>E828
0828
>U828
>U820:
0822:
               0000:D800 0000:0A00 0000:0A01
          2C00 0045
3400 0A00
2C10 0023
3401 0A01
D800
                               MOV
MOV
MOV
DW
                                            R0,
[0A00],
                                                           0045
                                                          RØ
0023
0824:
0824:
0826:
0828:
                                            R1,
[0A01],
                                                          R1
                                            D800
                                ĀÖC
ดล29 •
           0A00
                                                           RØ
```

```
082A:
082B:
082C:
082D:
082E:
082F:
        0A01
AC00
0000
0000
0000
0000
                                    RØ.
                                                 R1
                          RET
                          NOP
                          NOP
                          NOP
                          NOP
                         NOP
NOP
0830:
0831:
0832:
0833:
>G820
>DA00
0A00
        0000
0000
                         NOP
         0000
                         NOP
                     0023
0000
0000
0000
0000
            0022
                              0000
                                       0000
                                                0000
                                                                                     .".#.........
                                                         0000
                                                                  0000
                                                                            0000
           0000
0000
0000
0000
0A08
                              0000
                                       0000
                                                 0000
                                                          0000
                                                                   0000
                                                                            0000
0A10
0A18
0A20
                              0000
                                                          0000
                                                                   0000
                                       0000
                                                0000
                                                                            0000
                              0000
0000
                                       0000
0000
                                                0000
0000
                                                         0000
0000
                                                                  0000
0000
                                                                            0000
                                                                            0000
0A28
            0000
                     0000
                                       0000
                              0000
                                                 0000
                                                          0000
                                                                   0000
                                                                            0000
                     0000
0000
0000
                              0000
0000
0000
                                       0000
0000
0000
                                                         0000
0000
0A30
            0000
                                                0000
                                                                   0000
                                                                            0000
0A38
0A40
            0000
0000
                                                0000
                                                                   0000
                                                                            0000
                                                0000
                                                          0000
                                                                   0000
                                                                            0000
0A48
            0000
                     0000
                              0000
                                       0000
                                                 0000
                                                          0000
                                                                   0000
                                                                            0000
                     0000
            0000
                              0000
                                       0000
                                                0000
                                                          0000
                                                                   0000
                                                                            0000
0A50
            0000
0000
                     0000
                              0000
0A58
                                       0000
                                                 0000
                                                          0000
                                                                   0000
                                                                            0000
                     0000
                              0000
                                       0000
                                                0000
                                                         0000
                                                                  0000
                                                                            0000
0A60
            0000
                                       0000
0A68
                     0000
                              0000
                                                0000
                                                          0000
                                                                   0000
                                                                            0000
0A70
            0000
                     0000
                              0000
                                       0000
                                                0000
                                                         0000
                                                                   0000
                                                                            0000
```

指令二

• 说明

将一通用寄存器内容加上某内存单元内容,结果放在另一寄存器中。 双字指令(控存入口 130H), *SR*和 *DR*分别为源、目的寄存器(各4位)。

• 格式

EO DR SR, ADDR

• 功能

DR=SR+ [ADDR]

微程序设计与实现

执行顺序	微指令	说明
1	PC o AR, PC + 1 o PC	为读取操作数的地址做准备
2	MEM o AR	操作数的地址送入AR
3	SR + MEM o DR	计算 SR 与操作数的和存入 DR

1.
$$PC \rightarrow AR, PC + 1 \rightarrow PC$$

1 0000 0E00 A0B5 5402

这条微指令和第一条机器指令的第一条微指令完全一样,不再做解释说明

2. MEM o AR

1 0000 0E00 10F0 0002

这条微指令和第一条机器指令的第四条微指令完全一样,不再做解释说明

3. $SR + MEM \rightarrow DR$

1 | 0029 0301 30D0 0088

				八								七								:	六								Б			
说明				高8位无	囲						微	指令转	移时,	转移	至下址				备	用		选择下 的微指		将要执 地址	决定	CC*	如何取	傾	备用	set sta 志位	atus决 取值方	
													下均	Ł					备	用	AM2	910命	令码	CI 3-0	Ç,	SCC		SC	备用		SST	
微指令	B63	B55	B54	B53	B52	B51	B50	B49	B48	B47	B46	B45	B44	B43	B42	B41	B40	B39	B38	B37	B36	B35	B34 I	B33	B32							
二进制	x x x x x x x x x										1	0	1	0	0	1	0	0	х	х	0	0	1	1	0	0	0	x	х	0	0	1
十六进制		()			2			ç)			()				3			C)			1							
				四								Ξ									=								_			
说明	是否访 问主存 或外设	AMZ	:901寄 DY输出	存器结 出选择	访问 内存 还是 IO		功能	先择	写还 是读	运算	数来》	原选择		寄存器	器选择			寄存器	器选择		进位	选择	移位	控制			送往区 IB的数	Shrtte:	B口 地址 选择	选择的	妾受IB 寄存器	
	!!MIO	MI 8-	6	!!WE		MI 2-	0		Α	П			BI			S	CI	S	SH	SA		DC1		SB		DC2						
微指令	B31	B30	B29	B28	B27	B26	B25	B24	B23	B22	B21	B20	B19	B18	B17	B16	B15	B14	B13	B12	B11	B10	В9	B8	B7	B6	B5	B4	В3	B2	B1	B0
二进制	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	х	х	х	х	х	x	X	х	0	0	х	Х	1	x	х	x	1	0	0	0
十六进制		3	3			C)				D			()			()				0			8	3			8	}	

七

这是最后一条微指令,下一条微指令是 A4H。

• 📉

AM2910命令码为3,即3号指令,条件转移

- 五
 - 。 $SCC \setminus SC$ $\bar{C}C$ 设为0,进行转移
 - 。 *SST* 此时进行了运算,需要对标志位进行设置
- 四、三
 - \circ $M\overline{I}O$, REQ, $W\overline{E}$

读存储器

 \circ MI_{8-6}

运算结果送B口;运算器Y输出运算结果(并没有使用)

 \circ MI_{5-3}

选择加法运算

 \circ MI_{2-0}

运算数选择D和A口

 \circ $A\square$

使用机器指令中设置的SR, 微指令中不需要给A口地址

• -

B□

使用机器指令中设置的DR,微指令中不需要给B口地址

 \circ SCI

最低位进位设置为0

 \circ SSH

不移位

• —

 \circ SA, SB

使用机器指令中的SR、DR

 \circ DC1

任意

 \circ DC2

不控制

指令测试

如图示, R_0 (SR) 为 0023H, A00H(ADDR)存储 0023H,程序运行后 R_1 (DR) 为 0046H,实现 DR=SR+ [ADDR] 。

```
TEC-2 CRT MONITOR
Version 1.2 ,Jun.2005
>E900
0900
0905
                            0000:0E00
0000:10F0
0000:0088
                                                              0000:5402
0000:0029
            0000:0000
                                              0000: A0B5
                                                                               0000:0000
            0000:0E00
0000:30D0
                                              0000:0002
                                                                               0000:0301
0903
090A
>D900
0900
0908
                                                                                     0E00
0301
0000
                                        5402
0088
                                                          0E00
0000
                                                                   10F0
0000
            0000
                              A0B5
                                                 0000
                                                                            0002
            0029
0000
                               30D0
                                                 0000
                                                                            0000
0910
0918
0920
0928
0930
0938
0940
                                                          0000
                                                                   0000
                              0000
                                        0000
                                                 0000
                                                                            0000
            0000
0000
                     0000
0000
                              0000
0000
                                        0000
0000
                                                          0000
0000
                                                 0000
                                                                   0000
                                                                             0000
                                                 0000
                                                                   0000
                                                                            0000
            0000
                     0000
                              0000
                                        0000
                                                 0000
                                                          0000
                                                                   0000
                                                                             0000
            0000
                     0000
                              0000
                                        0000
                                                          0000
                                                                   0000
                                                 0000
                                                                            0000
            0000
0000
                     0000
0000
                              0000
0000
                                        0000
0000
                                                 0000
                                                          0000
                                                                   0000
                                                                             0000
                                                 0000
                                                          0000
                                                                   0000
                                                                            0000
0948
            0000
                     0000
                               0000
                                        0000
                                                 0000
                                                          0000
                                                                   0000
                                                                             0000
0950
0958
            0000
                     0000
                              0000
                                        0000
                                                 0000
                                                          0000
                                                                   0000
                                                                            0000
                                                          0000
            0000
                     0000
                               0000
                                        0000
                                                 0000
                                                                   0000
                                                                             0000
0960
            0000
                     0000
                              0000
                                                                            0000
                                        0000
                                                 0000
                                                          0000
                                                                   0000
0968
            0000
                     0000
                              0000
                                        0000
                                                 0000
                                                          0000
                                                                   0000
                                                                            0000
0970
            0000
                     0000
                              0000
                                        0000
                                                 0000
                                                          0000
                                                                   0000
                                                                            0000
>A800
        MOV R1,900tual TEC-2 By Guiheng Zhou, Jun. 2005, Sun Yat-sen University
MOV R2,3
MOV R3,130
LDMC
0800:
0802:
0804:
0806:
0807:
         RET
0808:
>G800
>A820
>H820
0820:
0822:
0824:
0825:
0826:
0827:
>E824
0824
        MOV R0,0023
MOV [A00],RI
NOP
NOP
RET
               [AÓ0].RO
            0000:E010 0000:0A00
        2C00 0023
3400 0A00
E010
0A00
AC00
0000
0000
0820:
0822:
0824:
                          MOV
MOV
DW
ADC
                                                 0023
                                     [0Å00],
E010
                                                 RØ
0825:
0826:
                                     RØ,
                                                 R0
                          RET
0827:
0828:
                          NOP
                          NOP
0829:
         0000
                          NOP
         0000
                          NOP
082A:
         0000
0000
082B:
                          NOP
                          NOP
```

```
082D: 0000
082E: 0000
082F: 0000
0830: 0000
0831: 0000
                                          NOP
NOP
                                          NOP
                                          NOP
NOP
R0=0023 R1=0046 R2=0000 R3=0133 SP=FFFF PC=0820 IP=0826 R7=0000 R8=0000 R9=0000 R10=0000 R11=0000 R12=0000 R13=0000 R14=0000 R15=0000 F=00001111 0820: 2C00 0023 MOV R0, 0023
```

指令三

• 说明

。 转移指令

判断两个通用寄存器内容是否相等,若相等则转移到指定绝对地址,否则顺序执行。

- 。 双字指令(控存入口 140H), SR 和 DR 分别为源、目的寄存器(各4位), ADDR 为绝对地址。
- 。 提示

利用指令的 CND 字段,即 IR_{10-8} ,令 $IR_{10-8}=101$,即 $\bar{CC}=Z$ 。 当 DR==SR 时 Z=1 ,微程序不跳转,接着执行 $MEM\to PC$ (即 $ADDR\to PC$);而当 DR!=SR 时 Z=0 ,微程序跳转至 A4H 。

• 格式

E5 DR SR, ADDR

• 功能

if DR==SR goto ADDR else 顺序执行

微程序设计与实现

执行顺序	微指令	说明
1	SR-DR	测试 SR 与 DR 是否相等
2	PC o AR, PC + 1 o PC,如果 $Z = 0$,则微程序跳转到 $A4H$	为读取转移地址做准备
3	MEM o PC	程序转移到指定地址

1. SR - DR

1 0000 0E01 9210 0088

				八								七									六								Б			
说明	高8位无用										微	指令转和	多时,	转移	至下址				备	用		选择下 的微指		将要执 地址	决定	ECC*	如何取	7值	备用	set sta 志位	atus) 取值)	
	D62 D62 D61 D60 D50 D50 D57 D56												下址	t					备	用	AM2	910命	令码	CI 3-0		SCC		SC	备用		SST	
微指令	B63 B62 B61 B60 B59 B58 B57 B56								B55	B54	B53	B52	B51	B50	B49	B48	B47	B46	B45	B44	B43	B42	B41	B40	B39	B38	B37	B36	B35	B34	B33	B32
二进制	J x x x x x x x x x							x	X	X	X	x	x	x	x	X	x	x	X	1	1	1	0	x	X	X	x	x	0	0	1	
十六进制	制 0 0								()			()			C)				E			C)			1			
				四								Ξ									=							-	=			
38.00	是否访 问主存 或外设	AM		存器结 出选择	访问 内存 还是 IO		功能	选择	写还 是读	运算	数来》	原选择		寄存器	8选择		;	寄存器	选择		进位	选择	移位	控制	A口 地址 选择		送往向 IB的数	shte:	B口 地址 选择	选择担的	_{妾受IE} 寄存	
	!!MIO		MI 8	-6	REQ		MI 5-	3	!!WE		MI 2-	0		Α	П			BI	7		SC	CI	S	SH	SA		DC1		SB		DC2	
微指令	或外设 果和Y制出选择 还是 IO IIMIO MI 8-6 REQ						B25	B24	B23	B22	B21	B20	B19	B18	B17	B16	B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	В3	B2	B1	B0
二进制	1	0	0	1	0	0	1	0	X	0	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	X	X	1	X	X	X	1	0	0	0
																														8		

七

顺序执行,下址字段任意

• 六

AM2910命令码为14,即14号指令,顺序执行

- 五
 - SCC, SC

顺序执行,不需要条件测试

 \circ SST

此时进行了运算,需要对标志位进行设置,来判断SR和DR是否相等

- 四、三
 - omega MIO、REQ、WE 不进行存储器或IO操作
 - \circ MI_{8-6}

运算结果不送寄存器;运算器Y输出运算结果(并没有使用)

 \circ MI_{5-3}

选择减法运算

 \circ MI_{2-0}

运算数选择A口和B口

 \circ $A\square$

使用机器指令中设置的SR,微指令中不需要给A口地址

• -

 \circ $B\square$

使用机器指令中设置的DR,微指令中不需要给B口地址

 \circ SCI

最低位进位设置为0

 \circ SSH

不移位

• —

o SA, SB

使用机器指令中的SR、DR

 \circ DC1

任意

 \circ DC2

不控制

2. PC o AR, PC + 1 o PC,如果Z = 0,则微程序跳转到A4H

1 0029 03E0 A045 5412

						-						L																7	_			
				八								t									六							1	1			
说明				微	指令转	移时,	转移	至下垣	Ŀ			备	·用			下一条 旨令的	将要执 地址	决定	CC*如	何取任	值	备用		tatus 位取位 式								
										下址	Ŀ					备	用	AM	2910ឥ	令码	CI 3-0	S	CC		SC	备用		SST				
微指令									B55	B54	B53	B52	B51	B50	B49	B48	B47	B46	B45	B44	B43	B42	B41	B40	B39	B38	B37	B36	B35	B34	B33	B32
二进制	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	x	x	0	0	1	1	1	1	1	x	x	0	0	0
十六进制											2			9	9			()				3			Е				0		
				四								Ξ									=							_	_			
说明	是否访 问主存 或外设						功能	选择	写还 是读	运算	数来》	原选择	:	寄存器	8选择			寄存器	选择	<u> </u>	进位	选择	移位	立控制	A口地 址选择		F送往 (IB的)		B口地 址选择		妾受IB 寄存器	
	!!MIO MI 8-6 REQ MI 5-3								!!WE		MI 2-	-0		Α				BI			S	CI	9	SSH	SA		DC1		SB		DC2	
微指令	或外设 IO !!MIO MI 8-6 REQ MI 5-3							B24	B23	B22	B21	B20	B19	B18	B17	B16	B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8	B7	В6	B5	B4	B3	B2	B1	BO
二进制	## AM2901寄存器 内存								X	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	X	x	0	0	0	1	0	0	1	0
十六进制		Α				()				4				5			5	,				4			1				2		

七

微程序转移,下址字段为 A4H

• 六

AM2910命令码为3,即3号指令,条件转移

五

• SCC, SC

测试条件设置为 IR_{10-8} ,指令中将 IR_{10-8} 设为5,即 $ar{CC}=Z$

 \circ SST

此时并不是计算,状态位保持即可

• 四、三

 $\circ MIO$ 、REQ、WE 不进行存储器或IO操作

 \circ MI_{8-6}

运算结果送B口;运算器Y输出A口

 \circ MI_{5-3}

选择加法运算

 \circ MI_{2-0}

运算数选择A口和0

 \circ $A\square$

A口设置为PC,即 R_5 。

• =

B□

B口设置为PC,即 R_5 。

 \circ SCI

最低位进位设置为1

 \circ SSH

不移位

• —

• SA, SB

使用微指令中的A口和B口地址

 \circ DC1

由于是写AR,这里把运算器输出送IB。经过前两条机器指令的试验,实际上DC1可以任意。

 \circ DC2

写AR

3. MEM o PC

1 | 0029 0300 30F0 5000

	Л									t								六								五							
说明 高8位无用								微指令转移时,转移至下址										备	用	用来选择下一条将要执 行的微指令的地址								备用	志包取担万式				
					下址				备用			AM2910命令码 CI 3-0			SCC SC			备用	SST														
微指令	B63	B62	B61	B60	B59	B58	B57	B56	B55	B54	B53	B52	B51	B50	B49	B48	B47	B46	B45	B44	B43	B42	B41	B40	B39	B38	B37	B36	B35	B34 E	333	B32	
二进制	x	x	x	x	х	x	X	x	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	X	x	0	0	1	1	0	0	0	x	x	0	0	0	
十六进制		0		0				2				9			0			3				0			0								
	四									Ξ							=							_									
1218	是否访 问主存 或外设 结果和Y输出选择			が问 内存 运算功能选择 IO			写还 是读 运算数来源选择			寄存器选择				寄存器选择			进位选择 移位控制		A口 地址 选择	地址			B口 地址 选择										
	!!MIO MI 8-6		REQ	MI 5-3		!!WE MI 2-0		0	АП				B□			SCI		SSH		SA	A DC1			SB	DC2								
微指令	B31	B30	B29	B28	B27	B26	B25	B24	B23	B22	B21	B20	B19	B18	B17	B16	B15	B14	B13	B12	B11	B10	В9	B8	B7	B6	B5	B4	В3	B2	B1	ВО	
二进制	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	x	x	x	x	1	0	0	1	0	0	x	x	x	x	x	x	0	0	0	0	
十六进制	进制 3				0				F				0				5				0				0					0			

七

微程序转移,下址字段为 A4H

• 六

AM2910命令码为3,即3号指令,条件转移

- 五
 - 。 *SCC、SC* 测试条件设置为0,一定转移
 - 。 *SST* 此时并不是计算,状态位保持即可
- 四、三
 - \circ MIO、REQ、WE 读存储器
 - \circ MI_{8-6}

运算结果送B口;运算器Y输出运算结果(并没有使用)

- MI₅₋₃选择加法运算
- \circ MI_{2-0} 运算数选择D和0
- A□A□任意,并不使用。
- -
 - 。 B口 B口设置为PC,即 R_5 。
 - 。 *SCI* 最低位进位设置为0
 - 。 *SSH* 不移位
- —
 - \circ SA, SB

使用微指令中的B口地址,A口任意(因为不使用A口)。

- \circ DC1
 - 仟意
- \circ DC2
 - 不控制

指令测试

当 R_1 (SR) 存储 0023H 、 R_2 (DR) 存储 0026H 时,即 $DR \neq SR$ 时,程序顺序执行,运行了 MOV R1,0026,所以程序运行后 R_1 为 0026H。

当 R_1 (SR) 存储 0023H 、 R_2 (DR) 存储 0023H 时,即DR=SR时,程序跳转至 828H (ADDR) ,所以未运行 MOV R1,0026 ,所以程序运行后 R_1 仍为 0023H 。

• $DR \neq SR$ 时

```
TEC-2 CRT MONITOR
Version 1.2 ,Jun.2005
>E900
0900
0905
090A
>D900
                 0000:0000
0000:03E0
0000:30F0
                                        0000:0E01
0000:A045
0000:5000
                                                                0000:9210
0000:5412
                                                                                         0000:0088
0000:0029
                                                                                                                 0000:0029
                                                                                                                 0000:0300
0900
0908
0910
0918
0920
                                                                                                                         .)..0.P....ET.
                                                                                  03E0
0000
0000
                                                                                               A045
0000
0000
                                                                                                            5412
0000
0000
                              0E01
0300
                                           9210
30F0
                                                        0088
5000
0000
                                                                     0029
0000
0000
                 0000
                 0029
0000
                              0000
                                           0000
                 0000
0000
                              0000
0000
                                                                      0000
0000
                                                                                   0000
0000
                                                                                               0000
0000
                                           0000
                                                        0000
                                                                                                             0000
                                           0000
                                                        0000
                                                                                                             0000
0928
0930
0938
0940
0948
                                                                                  0000
0000
0000
                 0000
0000
                              0000
0000
                                           0000
0000
                                                        0000
0000
                                                                     0000
0000
0000
                                                                                               0000
0000
                                                                                                             0000
0000
                 0000
                              0000
                                           0000
                                                        0000
                                                                                                0000
                                                                                                             0000
                 0000
0000
                              0000
0000
                                                                      0000
0000
                                                                                  0000
0000
                                                                                               0000
0000
                                           0000
                                                        0000
                                                                                                             0000
                                           0000
                                                        0000
                                                                                                             0000
0940
0950
0958
0960
                                                                                  0000
0000
0000
                 0000
0000
0000
                                           0000
0000
                                                                     0000
0000
                              0000
0000
                                                        0000
0000
                                                                                               0000
0000
                                                                                                             0000
0000
                              0000
                                           0000
                                                        0000
                                                                      0000
                                                                                               0000
                                                                                                             0000
           MOV R1,900<mark>tual TEC-2 By Guiheng Zhou, Jun. 2005, Sun Yat-sen University MOV R2,3 MOV R3,140 LDMC RET</mark>
0968
0970
>A800
0800:

0802:

0804:

0806:

0807:

0808:

>G800

>A820:

0822:

0824:

0828:

>E824

0829:

>E824
            MOV R1,0023
MOV R2,0026
NOP
NOP
MOV R1,0026
RET
                 0000:E512 0000:0828
            2C10 0023
2C20 0026
E512
0828
2C10 0026
AC00
0000
0000
                                                   R1,
R2,
E512
R2,
R1,
0820:
0822:
0824:
0825:
0826:
0828:
0829:
082B:
082B:
                                                                     0023
0026
                                     MOV
                                    MOV
DW
                                     ADC
                                                                     R8
0026
                                     MOV
RET
                                     NOP
                                     NOP
             0000
                                     NOP
             0000
                                     NOP
082D:
             0000
                                     NOP
             0000
                                     NOP
                                     NOP
             0000
```

```
0830: 0000 NOP
0831: 0000 NOP
0832: 0000 NOP
>6820
>R
R0=0000 R1=0026 R2=0026 R3=0143 SP=FFFF PC=0820 IP=0828 R7=0000 R8=0000
R9=0000 R10=0000 R11=0000 R12=0000 R13=0000 R14=0000 R15=0000 F=00001111
0820: 2C10 0023 MOV R1, 0023
```

• DR = SR时

```
TEC-2 CRT MONITOR
Version 1.2 ,Jun.2005
>E900
0900
0905
090A
>D900
0900
                                0000:0E01
0000:A045
0000:5000
                                                   0000:9210
0000:5412
              0000:0000
                                                                      0000:0088
                                                                                         0000:0029
             0000:03E0
0000:30F0
                                                                      0000:0029
                                                                                         0000:0300
                       0E01
0300
0000
                                  9210
30F0
0000
                                            0088
5000
0000
                                                                                               .)..0.P.....ET.
                                                      0029
0000
                                                                 03E0
0000
                                                                           A045
0000
              0000
                                                                                     5412
0000
             0000
0029
0000
0000
0000
0000
0910
0918
0920
0928
0930
0938
0940
                                                                 0000
                                                       0000
                                                                           0000
                                                                                     0000
                       0000
0000
0000
                                  0000
0000
                                            0000
0000
                                                                 0000
0000
                                                       0000
                                                                           0000
                                                                                      0000
                                                       0000
                                                                           0000
                                                                                     0000
                                  0000
                                            0000
                                                       0000
                                                                 0000
                                                                           0000
                                                                                      0000
                        0000
                                  0000
                                            0000
                                                                 0000
                                                                           0000
                                                       0000
                                                                                     0000
             0000
0000
                       0000
0000
                                  0000
0000
                                            0000
0000
                                                       0000
                                                                 0000
                                                                           0000
                                                                                      0000
                                                       0000
                                                                 0000
                                                                           0000
                                                                                     0000
              0000
                        0000
                                            0000
0948
                                  0000
                                                       0000
                                                                 0000
                                                                           0000
                                                                                      0000
0950
0958
              0000
                        0000
                                  0000
                                            0000
                                                       0000
                                                                 0000
                                                                           0000
                                                                                     0000
             0000
0000
                                                                 0000
                        0000
                                  0000
                                            0000
                                                       0000
                                                                           0000
                                                                                      0000
0960
                        0000
                                  0000
                                            0000
                                                       0000
                                                                                     0000
                                                                 0000
                                                                           0000
0968
              0000
                        0000
                                  0000
                                            0000
                                                       0000
                                                                 0000
                                                                           0000
                                                                                     0000
0970
             0000
                        0000
                                  0000
                                            0000
                                                      0000
                                                                 0000
                                                                           0000
                                                                                     0000
>A800
         MOV R1,900tual TEC-2 By Guiheng Zhou, Jun. 2005, Sun Yat-sen University
MOV R2,3
MOV R3,140
LDMC
0800:
0802:
0804:
0806:
0807:
          RET
0808:
>G800
>A820
0820:
0822:
0824:
0825:
0826:
0828:
0829:
>E824
         MOV R1,0023
MOV R2,0023
NOP
NOP
MOV R1,0026
RET
0824
             0000:E512 0000:0828
>Ŭ820
         2C10 0023
2C20 0023
E512
0828
2C10 0026
AC00
0000
0820:
0820:
0822:
0824:
0825:
0826:
                                         R1,
R2,
E512
R2,
R1,
                             MOV
MOV
DW
                                                       0023
0023
                             ADC
                                                       R8
                                                       0026
                             MOV
RET
0829:
                             NOP
082A:
082A:
082B:
082C:
          0000
                             NOP
          0000
0000
                             NOP
                             NOP
          0000
                             NOP
```

```
082E: 0000
082F: 0000
0830: 0000
0831: 0000
0832: 0000
                                       NOP
                                       NOP
                                       NOP
                                       NÕP
>G820
>R
ZN
RO=0000 R1=0023 R2=0023 R3=0143 SP=FFFF PC=0820 IP=0828 R7=0000 R8=0000
R9=0000 R10=0000 R11=0000 R12=0000 R13=0000 R14=0000 R15=0000 F=01001111
0820: 2C10 0023 MOV R1, 0023
                                                     R1,
```

实验心得

- 1. 磨刀不误砍柴工。在设计微程序前,我把实验书看了一遍,有些地方不是很懂;之后着手去设计微程序,然后再去看书,理解到的更多了;最终微程序设计完之后,我又把书看了一遍,又发现了很多之前理解不到位的地方,正所谓温故而知新。我想这最能说明实践和理论的关系吧,多动手多动脑,才能巩固对知识的理解。
- 2. 通过本次对微指令码一位位的设计,我对于计算机的底层实现有了更深的理解,更进一步地了解了计算机的工作原理,特别是运算器、控制器、内存、寄存器等部件之间的协作。本学期也学了汇编语言,它几乎是最靠近计算机硬件的编程语言了,在本次课程设计中,自主设计硬件间的协作,又算是直接接触了硬件,巩固了汇编和计组两门学科的知识与其联系。
- 3. 通过本次课程设计,我巩固了微程序设计的方法与思想,比如微指令、微操作、微命令、水平型微指令、微控存等基本概念,了解了微程序层次上程序员所看到的的计算机系统结构,加深了对程序员一词的理解。不同层次的程序员由于工作的"机器"不同,所以面对的问题以及其实现往往也是极为不同的。

附加材料

以下为TEC - 2部分知识点总结。

字长

TEC - 2机字长为16位,运算器、主存、数据与地址总线均为16位。

指令

TEC - 2机指令有6位操作码, 故支持64条指令, 其中53条已实现, 用于写出该机的监控程序。

IR: 指令寄存器,存储当前正在执行的指令。

指令最高6位(IR_{15-10})是操作码,之后两位 IR_{9-8} 是条件码,把它用作条件转移指令的判断条件,因此可以认为这两位是指令的扩展操作码。除条件转移指令之外,其余指令不使用这两位。

主存

主存支持64K字, $4K \times 8$ 的ROM(2732)存放监控程序, $2K \times 8$ 的RAM(2716)存放用户数据及数据。

运算器

运算器主要由4片AM2901级联而成,可实现8种运算功能,16个双端口(A、B)读出、单端口(B)写入的通用寄存器(R_{0-15} ,其中 R_{4-6} 作为SP、PC、IP),另配有1片AM2902实现快速进位。

IP

保存当前正在运行的指令的地址,用于转移变址的目的。

所以在课设第一条指令中可以使用 R_6 暂存数据,因为此时不需要转移变址,用不到IP。

• *I*₈₋₆

进行寄存器结果选择和Y输出选择

• *I*₅₋₃

进行运算功能选择

• I_{2-0}

进行数据来源选择

引脚信号

• D_{3-0}

外部送给AM2901的数据信号,比如从内存读出来的数据

• Y_{3-0}

AM2901向外送出的数据,受 $O\overline{E}$ 控制。但在TEC-2中, $O\overline{E}$ 已接地

• A, B

选择寄存器组中的源与目的寄存器。

当A、B同值时,被选中的同一个寄存器的内容将被同时送到A、B两个数据输出端口

控制器

- 控制器主要由一片AM2910、7片 $6116(RAM, 2K \times 8)$ (微控存)、16位的指令寄存器IR和2片2716(存储用于实现53条机器指令的微程序,加电后读取送入微控存)等组成。
- 程序计数器PC用运算器中的通用寄存器R5代替,保存下一条指令的地址。
- 指令地址寄存器*IP*由运算器中的*R*₆代替。
- 控存字长56位,已实现的53条指令的微程序存放在2片单独的8位*ROM*中,加电的过程自动调入控存(装入微码)。
- 地址总线的输入信号仅有一组,即地址寄存器 (AR) ,而AR只能接收来自运算器的结果输出信号。

AM2910

AM2910, 微程序定序器, 作用: 形成下一条微指令的地址。

三个输出使能信号

作用: 决定直接输入D的来源

MĀP

当其有效时, D来源于MAPROM, 用于实现从机器指令到相应的微程序段的转移。

VECT

当其有效时,原意为D来源于中断向量,现用于接收手拨微地址。

PL

当其有效时, D来源于微指令的下地址字段, 用于实现微程序转移。

引脚定义

• *C*\overline{C}C

条件测试, 当其为低电平时, 测试成功, 转移(使用下址字段); 否则, 顺序执行。

OE

Y输出允许信号, 低电平有效, 已接地

• CCEN

 \overline{CC} 允许信号,已接地

16条命令

• 2号命令

指令功能分支, 无条件转MAP

• 3号命令

条件转移,条件测试 \overline{CC} 为1时顺序执行,否则按下地址D转移。

• 14号命令

顺序执行下一条微指令

微程序

微指令格式

每位的用处已在EXCEL表格中说明。

• DC1和DC2

关于这两个控制位我还有两个问题

○ DC2为2时

写AR时应把DC2设为2,即AR接收来自IB的数据;但DC1课本上都是设为0,即微型开关送IB。这样不就是把微型开关送到了AR嘛?这不太对啊!?以下是我的猜测:

我猜在这里DC1应该是任意的。因为AR只能接收运算器的输出,所以当DC2设置为写AR时,就忽略 DC1的设置,硬件应该可以实现。

。 DC2为0时 此时代表NC,即无寄存器接收IB的数据,所以此时DC1应该也是任意,书上写的是0。

• *SSH*

常用微指令

• 19H

取指令, PC增量。

该条微指令公用于所有指令。

• 1AH

按新取来的指令的操作码找到该条指令本身的微程序段的入口地址。 19H之后一定是1AH。

A4H

根据有无中断请求,决定是进入中断处理过程,还是顺序执行。

任何一条机器指令执行完都要去A4H检测中断

程序调试

以第一条指令为例

前期准备

1. $S_2S_1S_0$ 设为 100

2. $FS_1FS_2FS_3FS_4$ 设为 1010

3. STEP/CONT

输入并查看微码

1. E900

将微码输入到 900H 开始的内存单元中

2. D900

查看内存

将微码加载到微控存

1. A800

输入加载微码的程序

```
1 0800: MOV R1,900 ; 900是微码在内存中地址
2 0802: MOV R2,7 ; 共7条微指令
3 0804: MOV R3,110 ; 微码在微控存中的首地址
4 0806: LDMC ;加载微码
5 0807: RET
```

2. G800

运行上边的代码,把微码装入微控存110H开始的单元中

测试指令

1. A820

输入测试指令的程序到 820H 开始的内存单元中

2. E826

把新指令写到 826H 开始的内存单元

```
1 0828 0000:D800 0000:0A00 0000:0A01
```

3. U820

反汇编, 查看我们输入的测试指令的程序

```
1 0820: 2C00 0045 MOV RO, 0045
2 0822: 3400 0A00 MOV [0A00], RO
3 0824: 2C10 0023 MOV R1, 0023
4 0826: 3401 0A01 MOV [0A01], R1
5 0828: D800 DW D800
6 0829: 0A00 ADC RO, RO; 高8位为000010xx, 对应指令为ADC, 实际上是我们自己设计的指令
7 082A: 0A01 ADC RO, R1
8 082B: AC00 RET
```

4. G820

运行从 820H 开始的程序

观察运算结果

DA00