

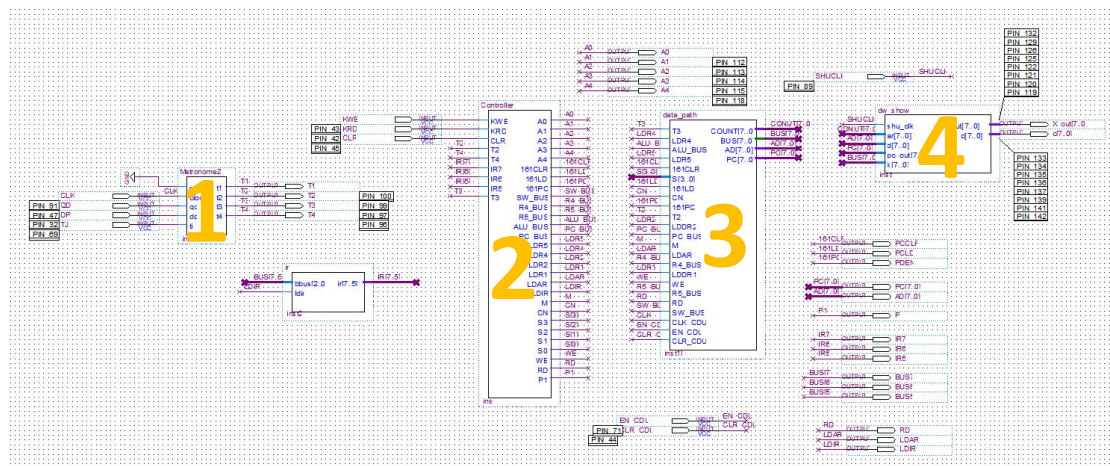
模型机实验报告

一、实验目标任务

- (1) 掌握计算机的组成，工作原理；
- (2) 掌握计算机执行及其指令的工作过程；
- (3) 掌握微指令，微程序的设计及调试方法；
- (4) 通过单步运行若干条微指令，深入理解模型机的工作原理；
- (5) 将前面的数据通路，时序电路，微程序控制器等模块进行整合；
- (6) 在整合电路的基础上完成模型机的设计仿真和下载验证。

二、模型机顶层电路+文字说明

顶层电路设计



文字说明

- 1--为产生节拍信号的时序电路：接收 时钟信号 (clock) 单拍 (dp) 启动 (qd) 停机 (tj) 信号，输出四个节拍电位；
- 2--控制器电路 (controller)：接收 节拍信号 (T2,T3,T4) 强读 (KRD) 强写 (KWE) 清零 (CLR) 总线高三位 (IR7,IR6,IR5) 的数据，输出各个控制信号；
- 3--数据通路 (data_path)：接收控制器的各个控制信号并执行操作，输出 总线 (COUNT) 地址寄存器 (AD) 外部输入 (BUS) PC 这四个数据分别在数码管上显示。
- 4--显示电路：接收时钟以及数据通路传出的数据，输出段选和位选信号。

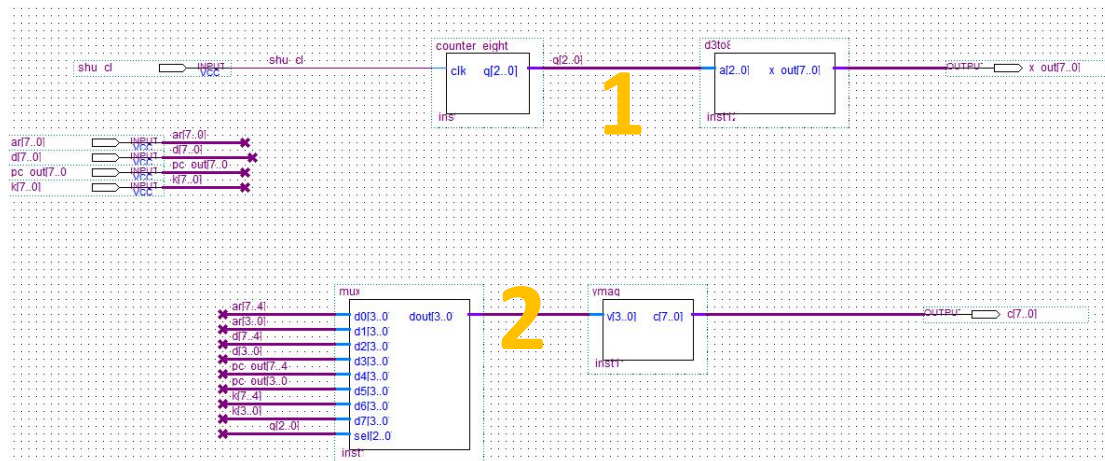
三、模型机附加电路+文字说明

文字说明：

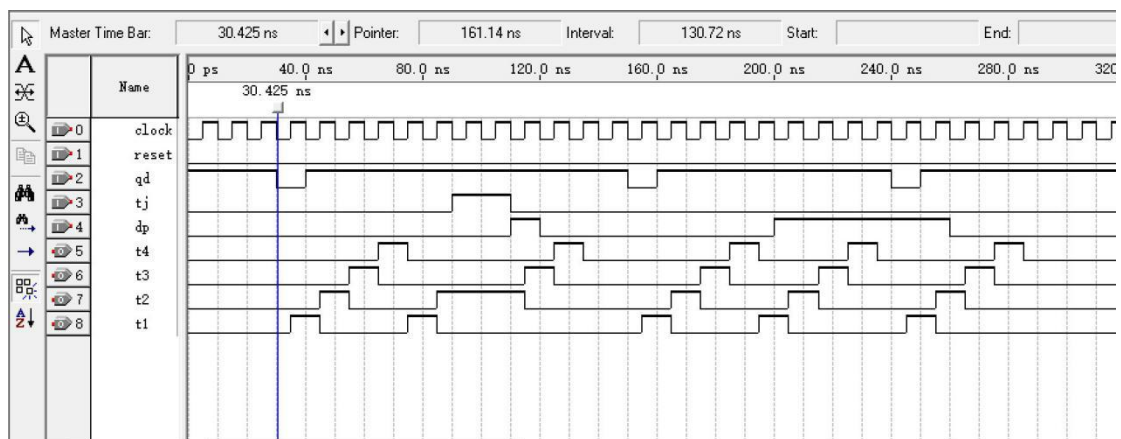
数码管显示电路包括四个部件：counter eight、d3to8、mux、ymaq。
counter eight 为模 8 计数器，发出 8 个 3 位控制信号，控制位选信号，以及输入；

d3to8 将 counter8 发出的控制信号翻译成位选信号；
mux 是 4 位的 8 选 1 多路复用器，通过 counter8 发出的控制信号，选择输入数据进行输出；
ymaq 将输入翻译成段选信号输出。

- 1---用来输出位选信号；
2---用一个多路复用器和一个译码器输出段选信号。



四、时序电路仿真波形图+文字说明



文字说明：

在 30ns 时，当 qd 信号由 1 到 0 时启动时序电路，电路开始工作；
产生 t1、t2、t3、t4 这 4 个节拍电位，本来电路会连续工作；
在 90ns 时 tj 信号变为 1 有效，电路停止工作；
在 110ns 时 tj 信号由 1 到 0 无效，电路又重新开始工作，完成这一指令周期；
在 150ns，qd 信号从 1 到 0，电路又启动连续工作；
在 200ns 时，dp 信号有效，故在完成这一指令周期后，电路停止工作；
在 240ns，qd 信号由 1 到 0，启动一次单拍。

单拍执行时，检测到 qd 为 0 时，会开始 t4t3t2t1 的输出，结束后会停止，直到检测到下一个 qd 为 0 的情况；
非单拍执行时，只要检测到一次 qd 为 0 时即可持续进行，停机信号为 1 的时候，会暂停运行。

五、MIF 文件结果

Addr	+0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
0	20	0D	C0	0E	40	10	60	10
8	E0	0F	80	A0	11	55	8A	F0
16	00	00	00	00	00	00	00	00
24	00	00	00	00	00	00	00	00
32	00	00	00	00	00	00	00	00
40	00	00	00	00	00	00	00	00
48	00	00	00	00	00	00	00	00
56	00	00	00	00	00	00	00	00
64	00	00	00	00	00	00	00	00
72	00	00	00	00	00	00	00	00
80	00	00	00	00	00	00	00	00
88	00	00	00	00	00	00	00	00
96	00	00	00	00	00	00	00	00
104	00	00	00	00	00	00	00	00
112	00	00	00	00	00	00	00	00
120	00	00	00	00	00	00	00	00

六、假如控制器中模拟指令码得 IR7IR6IR5 对应到数据总线 D[7..0]得 D4D6D1，译码出 7 条机器指令的指令码。

LDA: 0x02
STA: 0x40
OUT: 0x42
JMP: 0x12
ADD: 0x50
AND: 0x52
COM: 0x10

七、用模型机完成复合运算：NOT (((NOT (C)) 加 A) and (B 加 D)),
其中 A=01，B=02，C=03，D=04。

信号设置

67 强读，69 强写，70 停机，118-112 微地址下址，171 单拍 显示 bus 强写强读
75 sw_bus 79 R5_bus, 80 R4_bus 81 pc_bus 86 ALU_bus 101 rd 103 we

数码管显示：

第一第二位 AR 寄存器
第三第四位 bus 数据

第五第六位外部输入

第七第八为显示 pc

Mif 结果:

Addr	+0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
00	20	17	80	C0	15	40	1A	60
08	1A	20	16	C0	18	E0	1A	80
10	A0	00	00	00	00	01	02	03
18	04	00	00	00	00	00	00	00
20	00	00	00	00	00	00	00	00
28	00	00	00	00	00	00	00	00
30	00	00	00	00	00	00	00	00
38	00	00	00	00	00	00	00	00
40	00	00	00	00	00	00	00	00
48	00	00	00	00	00	00	00	00
50	00	00	00	00	00	00	00	00
58	00	00	00	00	00	00	00	00

初始状态: 为全 0

pc→ar;pc+1 下一微地址 00010

Ram→ir 总线显示 00H 数据 20 下一微地址 01001 执行 LDA

pc→ar;pc+1 总线显示 pc

ram 中 01 单元数据 17 给 ar 总线显示 17

ram 中 17 地址的数据 03 读出给 r5 总线显示 03 LDA 结束

继续 pc→ar;pc+1

步骤重复, 最终结果 (NotC) +A 结果 FD

将 FD 放入地址为 1A 的内存单元中

将 ram 中 1A 单元的数据输出到总线 (OUT)

LDA (B)

B 加 D

((not(C))加 A)and(B 加 D) FDand06

Not(((not(C))加 A)and(B 加 D))完成 not (04) =FB

文字说明:

程序段为 00 到 15, 数据段为 16 到 19。

程序首先将 RAM 中地址 18 的 C 传到 R5 然后取反与 RAM 中地址 16 的 A 相加;

结果保存在 RAM 地址 1A 中, 输出 1A 中的数据查看是否以及保存进去;

接着将 RAM 中地址 17 的 B 传到 R5, 然后与 RAM 中地址 19 的 D 相加;

接下来将结果与 1A 的结果相加;

取反得到最终结果 FB。

八、回答问题

1. Microcomputer.vhd 代码中 ct1、ct2、ct3、ct4 功能划分依据是什么?

答:

ct1: 微序列控制器下址跳转。

ct2: 实现各种指令, 主要集中在实现从存储器或者寄存器释放数据到总线上。

ct3: 完成各种指令, 从总线上装载数据到相应的存储器或者寄存器中。

ct4: 生成下址, 判断下址生成方式, 根据不太那个的方式生成下址。

2. Microcomputer.vhd 代码中如何定义并初始化 RAM?

答:

```
type ram is array(0 to 37) of std_logic_vector(7 downto 0);--38*ram
Signal ram8:ram:=(x" 20",x" 1e",x" 80",x" 40",x" 20",x" 20",x" 1d",x" c0", x"
20",x" 40",x" 21",x" 20",x" 1f",x" 80",x" 40",x" 22",x" 20",x" 1e",x" c0",x"
22",x" 80",x" e0",x" 21",x" 40",x" 23",x" 60",x" 23",x" a0",x" 00",x" 55",x"
8a",x" f0", others=>x" 00")---initialize ram4
```

3. Microcomputer.vhd 代码中 bus_reg_t2<=ram8(conv_integer(ar)) 与 ram8(conv_integer(ar))<=r5 的含义是什么?

答:

- (1) 将 ram8 存储器中对应于 ar 中地址单元的数据取出来放到 bus_reg_t2 寄存器中
- (2) 将 r5 寄存器中的数据装载到 ram8 存储器对应于 ar 中地址单元中。

九、VHDL 语言中如果考虑多个时钟的情况。

答: 多个时钟, 必须要弄清楚多个时钟之间的关系, 然后选择相应的对策。有的时钟是另一个时钟的分频。

十、模型机与控制器实验总结

实验开始的时候对于具体的如何实现自动操作并不是很了解, 拿到数据通路无从下手, 不知道哪个节拍具体做什么。之前在做控制器实验的时候只验证了部分指令, 导致在模型及实验中仿真图在某一节拍开始数据总线上的数不再发生变化, 找 bug 找了好久好久, 最后分析是在某条指令最后一步没有发生地址他、跳转, 找到了问题的根源。最后改正后, 仿真正确。

通过本次实验, 我收获颇丰, 此次实验, 提高了我对组成原理实验的积极性, 更教育我在以后的实验中要特别的认真, 要用严谨的态度对待每一次实验, 将课本知识运用到实践之中, 也提高了对课程学习的热情。