

上海大学 计算机学院

《计算机组成原理实验》报告 5

姓名 严昕宇 学号 20121802

时间 2022. 2. 14 机位 22 指导教师 周时强

实验名称: 指令系统实验

一、实验目的

1. 了解实验仪数据指令计数器的工作原理和控制方式和程序执行过程中顺序执行和跳转指令的实现方法;
2. 通过小键盘输入机器指令, 观察指令计数器的工作状况;
3. 学会修改、设计并实现一条新指令。

二、实验原理

1. 存储器 EM

依据计算机组成原理实验指导书 P-54 “实验七 存储器 EM 实验”中的实验原理, 存储器 EM 的地址可选择由 PC 或 MAR 提供, 存储器 EM 的数据输出还直接送到指令总线 IBUS。地址寄存器 MAR 用来存放要进行读或写的存储器 EM 的地址, 其内容经数据总线 DBUS 写入。当要向存储器 EM 读或写数据时, 必须指明读、写 EM 哪个地址的内容。这个地址则由地址寄存器 MAR 或指令计数器 PC 通过地址总线 ABUS 给出。

2. 实验箱的微指令系统

依据计算机组成原理实验 “实验五 指令系统实验” PPT 中的背景知识, 每条(机器)指令均由 4 条微指令(等长结构)组成。当实际需要的微指令数量不足 4 条时, 我们将用无效微指令(FFFFFFH)补足, 但最后一条有效微指令一定是 CBFFFFH 微指令, 表示本条指令执行完毕, 取下一条指令。由于所有指令的微程序均由 4 条微指令组成, 且头尾相接地存放在微程序存储器 μ EM 中。所以, 每个微程序的起始地址(也叫入口地址)的最后两位一定为 00。

3. 实验箱中的小键盘

依据计算机组成原理实验 “实验五 指令系统实验” PPT 中的背景知识, PC 通过地址总线(ABUS)发送一条指令在存储器中的地址给存储器, 存储器依据该地址单元的值(即: 指令的二进制数形式)的高 6 位通过 IBUS 送到 μ PC, 低两位送 SA 和 SB。

三、实验内容

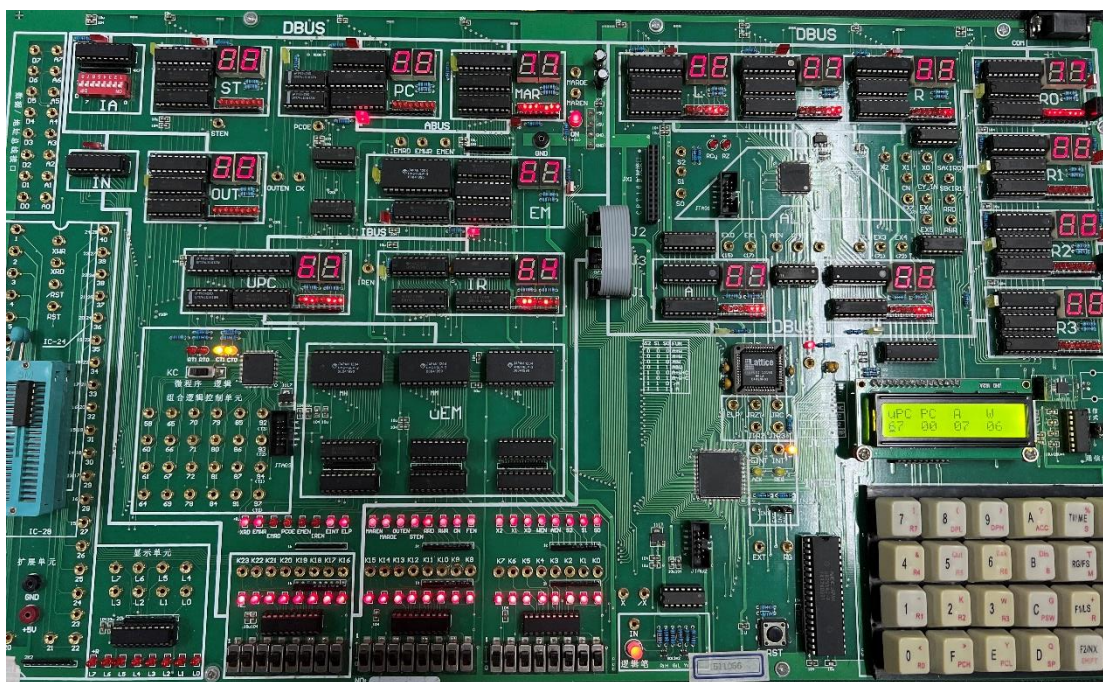
1. 实验任务一（考察机器指令码为 64H 的各微指令信号，验证该指令的功能。假设 A=03H, R0=77H, 77 地址单元存放 06H 数据）

(1) 实验步骤

- ① 注视仪器，打开电源，手不要远离电源开关，随时准备关闭电源，注意各数码管、发光管的稳定性，静待 10 秒，确信仪器稳定、无焦糊味。
- ② 初始化实验箱（Reset），设置小键盘，按 TV/ME 键，进入微程序存储器模式（ μ EM 状态），用 NX 键观察 64H、65H、66H、67H 地址中原有的微指令：
64H 地址单元中存放的微指令为 FF,77,FFH；功能是：将 R0~R3 寄存器中的某个寄存器内容读出并写入 MAR 寄存器。
65H 地址单元中存放的微指令为 D7,BF,EFH；功能是：以 MAR 寄存器中的内容作为地址，将该地址单元中的数据读出并写入 W 寄存器。
66H 地址单元中存放的微指令为 FF,FE,92H；功能是：将 A 寄存器的内容与 W 寄存器的内容进行或运算（即 A|W），并将运算结果送入 A 寄存器。同时，根据运算结果分别置 C 标志位和 Z 标志位。
67H 地址单元中存放的微指令为 CB,FF,FFH；功能是：当前指令执行完毕，取下一条指令。
- ③ 用 TV/ME 键切换，在程序存储器 EM 模式下，将 64 指令送入某个地址单元（如 A0 单元），则在 Adr 下打入 A0，DB 下打入 64。让 77 地址单元存放 06H 数据，在 Adr 下打入 77，DB 下打入 06。
- ④ 在 μ PC 模式下验证功能。赋初值 μ PC(00) PC(A0) A(03) R0(77)。按 STEP 观察微指令执行的过程。
- ⑤ 记录实验过程和现象，关闭电源。

(2) 实验现象

- ① 按 STEP，将 R0~R3 寄存器中的某个寄存器内容读出并写入 MAR 寄存器。
- ② 按 STEP，以 MAR 寄存器中的内容作为地址，将该地址单元中的数据读出并写入 W 寄存器。
- ③ 按 STEP，将 A 寄存器的内容与 W 寄存器的内容进行或运算（即 A|W），并将运算结果送入 A 寄存器。



(3) 数据记录、分析与处理

- ① 观察 64H 地址中原有微指令为 FF,77,FFH

μ EM	Adr	MH	MM	ML
	64	FF	77	FF

微指令对应的微指令编码:

1111 1111 0111 0111 1111 1111

分析:

控制信号 MAREN=0, RRD=0, 其含义是将 R0~R3 寄存器中的某个寄存器内读出并写入 MAR 寄存器。

- ② 观察 65H 地址中原有微指令为 D7,BF,EFH

μ EM	Adr	MH	MM	ML
	65	D7	BF	EF

微指令对应的微指令编码:

1101 0111 1011 1111 1110 1111

分析:

控制信号 EMRD=0, EMEN=0, MAROE=0, WEN=0, 其含义是以 MAR 寄存器中内容作为地址, 将该地址单元中的数据读出并写入 W 寄存器。

- ③ 观察 66H 地址中原有微指令为 FF,FE,92H

μ EM	Adr	MH	MM	ML
	66	FF	FE	92

微指令对应的微指令编码:

1111 1111 1111 1110 1001 0010

分析:

控制信号 FEN=0, X2X1X0=100, AEN=0, S2S1S0=010, 其含义是将 A 寄存器的内容与 W 寄存器的内容进行或运算, 并将运算结果送入 A 寄存器。

④ 观察 67H 地址中原有微指令为 CB,FF,FFH

μ EM	Adr	MH	MM	ML
	65	CB	FF	FF

微指令对应的微指令编码:

1100 1011 1111 1111 1111 1111

分析:

控制信号 EMRD=0, PCOE=0, IREN=0, 其含义是当前指令执行完毕, 取下一条指令。

实验现象

A	W	R0	D
07	06	77	07

(4) 实验结论

A=03H, R0=77H, 77 地址单元存放 06H 数据验证 64H 机器指令功能, 结果为 A=07H, W=06H, R0=77H, D=07H, OUT=1AH。

从以上分析, 可以得知: 机器指令码为 64H 的指令功能为: 以 R0~R3 中某个寄存器的内容作为地址, 将该地址单元的内容与寄存器 A 进行逻辑或运算, 最终将运算结果送入 A 寄存器, 同时根据运算结果, 分别置 C 标志位和 Z 标志位。

完成实验任务一的目的。

2. 实验任务二 (修改机器指令码为 E8H 的功能, 使其完成 “输出 A + W 的结果左移一位后的值到 OUT” 操作)

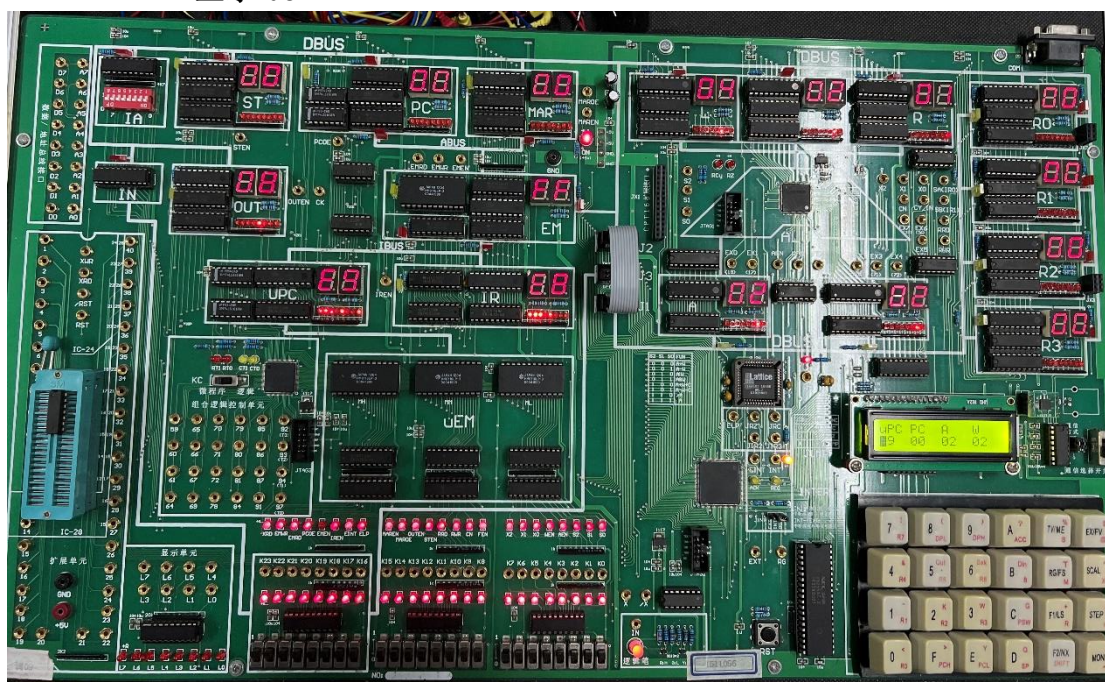
(1) 实验步骤

- ① 注视仪器, 打开电源, 手不要远离电源开关, 随时准备关闭电源, 注意各数码管、发光管的稳定性, 静待 10 秒, 确信仪器稳定、无焦糊味。
- ② 按要求编制两条微指令: 第一条微指令的功能是完成输出 A + W 的结果左移一位后的值到 OUT 的功能。我们可根据以下 “控制总线功能对应表” 来编制该条微指令码, FFDED8H; 第二条微指令的功能是取下一条指令。其微指令码为: CBFFFFH, 表示本条指令执行完毕, 取下一条指令。
- ③ 初始化实验箱 (Reset), 用 TV/ME 键切换, 进入微程序存储器模式(μ EM 状态), 将 E8 设置为所求地址 FFDED8H, E9 设置为 CBFFFFH, EA 设置为 FFFFFFFH, EB 设置为 FFFFFFFH。
- ④ 在程序存储器 EM 模式下, 将 E8 指令送入某个地址单元 (如 A0 单元), 则在 Adr 下打入 A0, DB 下打入 E8。
- ⑤ 用 TV/ME 键切换, 在 μ PC 模式下验证功能。
- ⑥ 记录实验过程和现象, 关闭电源。

(2) 实验现象

- ① 将 E8 设置为所求地址 FFDED8H, E9 设置为 CBFFFFH

- ② 按 STEP，输出 A+W 的结果左移一位后的值到 OUT
OUT 显示 08H。



(3) 数据记录、分析与处理

- ③ 将 E8 设置为所求地址 FFDED8H

μEM	Adr	MH	MM	ML
	E8	FF	DE	D8

分析：

功能是完成输出 A+W 的结果左移一位后的值到 OUT 的功能。

- ④ E9 设置为 CBFFFFH

μEM	Adr	MH	MM	ML
	E9	CB	FF	FF

实验现象

A	W	L	OUT
02	02	04	08

(3) 实验结论

修改机器指令码为 E8H 的功能，使其完成“输出 A+W 的结果左移一位后的值到 OUT”操作。

完成实验任务二的目的。

四、建议和体会

1. 建议

在实验开始之前，我们应该首先对实验箱进行基础测试，避免因其导致实验结果产生误差。在实验中，接线必须在关闭+5V 电源的情况下进行，不能带电插、拔，以防意外。

2. 体会

经过这个实验，我了解提前做好实验的预习报告，并观看网上的讲解视频十分的重要性。通过此可以在课前建立一个对本实验清晰的认知。从本次实验开始，指令操作将变得十分频繁，实验过程当中，也意识到提前预习的重要性，如果只是按照视频做出实验结果，那么便很难搞清楚原理。

在进行实验中，按下 STEP 键前，需要思考一下会发生的现象。同时在实验的过程之中，需要时刻注意指示灯和数据的变化，做好实验的相关记录，方便课后总结实验报告。同时，这样可以将真实的情况与思考的理论结果做出对比，也便于验证以及检查错误。

五、思考题

在微指令结构的计算机中，一条指令从启动到产生功能经过那些环节？

答：指令的启动从 PC 开始，通过地址总线(ABUS)发送一条指令在存储器中的地址给存储器，然后再依据该地址单元的值。其中高 6 位通过 IBUS 送到 μ PC，低两位送 SA 和 SB， μ PC 根据高 6 位的内容生成 μ EM 的地址。

通过 μ PC 总线送到 μ EM， μ EM 依据 μ PC 值将选定单元的 24 位控制信号送上控制总线 CBUS，执行第一条微指令的功能。与此同时， μ PC+1，输出这条指令的第二条微指令，直到执行下一条微指令为止。