

综合实验：多级嵌套中断设计

一、实验要求

1、实验之前认真预习，明确实验的目的和具体实验内容，写出实验用到的数据和控制信号的取值，做好实验之前的必要准备。

2、想好实验的操作步骤，明确通过实验到底可以学习哪些知识，想一想怎么样有意识地提高教学实验的真正效果。

3、在教学实验过程中，要爱护教学实验设备和用到的辅助仪表，记录实验步骤中的数据和运算结果，仔细分析遇到的现象与问题，找出解决问题的办法，有意识地提高自己创新思维能力。

4、实验之后认真写出实验报告，重点在于预习时准备的内容，实验数据，运算结果的分析讨论，实验过程、遇到的现象和解决问题的办法，自己的收获体会，对改进教学实验安排的建议等。善于总结和发现问题，写好实验报告是培养实际工作能力非常重要的一个环节，应给予足够的重视。

二、实验目的

1、掌握中断在计算机系统中的作用。

2、了解响应中断请求的条件和时刻、响应中断的过程和实现方案。理解使用中断隐指令的必要性。

3、了解中断处理的完整过程，开中断、关中断的作用，保存现场信息和恢复现场信息必须确保完整信息的含义及其可行措施。

4、掌握确定中断向量、设计中断处理程序的步骤和实现方法。

三、实验注意事项

1、要求中断隐指令中执行关中断功能，如果用户中断服务程序允许被中断，必须在中断服务程序中执行 EI 开中断命令。

2、教学机的中断系统共**支持三级中断**，由三个无锁按键确定从右到左依次为一、二、三级中断，对应的 P_1 、 P_0 的编码分别是 01、10、11，优先级也依次升高。这决定了它们的中断向量（即中断响应后，转去执行的程序地址）为 **XXX4、XXX8、XXXC**。每级中断实际可用的空间只有四个字节，故这个空间一般只**存放一条转移指令**，而真正的用户中断服务程序则存放在转移指令所指向的地址。

四、实验内容及步骤

1、中断基础实验：

实验设计要求：在屏幕连续显示“6”，在程序执行过程中按下教学机右下方任意一个无锁按键。此时，教学机转向执行本级中断服务程序，在屏幕上显示 BI 以及按下的键对应的中断优先级。在接收键盘一个字符后，退出当前级的中断服务程序，恢复中断现场，接着执行断点处的程序。若在接收字符之前，又有更高一级的中断请求，则教学机转向执行高一级的中断服务程序，执行完后接着执行低级中断，然后退出执行主程序。需要注意的是若当前中断为高级的中断，则不会响应低级中断。

实验步骤：

(1) 置控制开关为 00010 (连续、内存、微程序、联机、16 位)。

(2) 将数据开关的高 12 位设置成:0010 0100 0000,即选择 3 级中断的中断向量为 2404H、2408H、240CH。【拨动开关设置为: 240X】。

(3) 填写中断响应流程设计。

(4) 填写中断向量表。

从 2404H 单元开始输入下面的程序

(2404) JR 2420 ; 跳转到中断服务程序

(2408) JR 2430 ; 跳转到中断服务程序

(240C) JR 2440 ; 跳转到中断服务程序

(5) 编写中断服务程序。

该中断服务程序，先开中断，显示字符“BI”和对应的中断优先级“1”、“2”或“3”后，等待从键盘输入一个字符。在键盘输入一个字符后，显示字符“EI”和中断优先级，然后退出当前中断服务程序，返回中断断点，继续执行。用 A、E 命令从 2420H 单元开始输入下面的程序 (标有*的语句表示要用 E 命令输入)。

```
2420: PUSH R0          ; R0 进栈
2421: PUSH R3          ; R3 进栈
2422: MVRD R3, 31      ; 将字符 '1' 的 ASCII 码送寄存器 R3
2424: JR 2450
```

```
2430: PUSH R0          ; R0 进栈
2431: PUSH R3          ; R3 进栈
2432: MVRD R3, 32      ; 将字符 '2' 的 ASCII 码送寄存器 R3
2434: JR 2450
```

```
2440: PUSH R0          ; R0 进栈
2441: PUSH R3          ; R3 进栈
```

2442: MVRD R3, 33 ; 将字符 '3' 的 ASCII 码送寄存器 R3
2444: JR 2450

***2450:EI ; 开中断（指令编码：6E00）**

2451: MVRD R0, 0042 ; 将字符 "B" 赋值给 R0, B 即 Begin 的缩写。
2453: CALA 2200 ; 调用子程序, 完成显示
2455: MVRD R0, 0049 ; 将字符 "I" 赋值给 R0, I 即 Interrupt 的缩写。
2457: CALA 2200 ; 调用子程序, 完成显示
2459: MVRD R0, R3 ; 将 R3 的内容送 R1
245A: CALA 2200 ; 调用子程序, 完成显示
245C: IN 81 ; 判键盘上是否按了一个键
245D: SHR R0 ; 即串口是否有了输入字符
245E: SHR R0
245F: JRNC 245C ; 若没有, 等待
2460: IN 80 ; 输入字符到 R0
2461: MVRD R0, 0045 ; 将字符 "E" 赋值给 R0, E 即 End 的缩写。
2463: CALA 2200 ; 调用子程序, 完成显示
2465: MVRD R0, 0049 ; 将字符 "I" 赋值给 R0, I 即 Interrupt 的缩写
2467: CALA 2200 ; 调用子程序, 完成显示
2469: MVRD R0, R3 ; 将 R3 的内容送 R1
246A: CALA 2200 ; 调用子程序, 完成显示
246C: POP R3 ; R3 出栈
246D: POP R0 ; R0 出栈

***246E: IRET ; 中断返回（指令编码：EF00）**

(6) 用 A 命令从 2200H 单元开始输入下面的子程序。

2200: PUSH R0 ; R0 进栈
2201: IN 81 ; 查询接口状态, 判字符输出完成否
2202: SHR R0
2203: JRNC 2201 ; 未完, 循环等待
2204: POP R0 ; R0 出栈
2205: OUT 80 ; 输出 R0 的值
2206: RET

(7) 编写主程序, 从地址 2000H 开始输入下列程序。

***2000:EI**

2001: MVRD R0, 0036 ; 将字符 '6' 的 ASCII 码送寄存器 R0
2003: CALA 2200 ; 输出该字符
2005: MVRD R0, 4000 ; 延时子程序
2007: DEC R0
2008: JRNZ 2007
2009: JR 2001 ; 跳到 2001 循环执行该程序
200A: RET

(8)、运行主程序，等待、响应中断。在命令行提示符状态下输入： G 2000↵
并分析运行结果。

依次按下 1 、 2、 3 三个中断请求按钮，结果为：

依次按下 3、 2 、 1 三个中断请求按钮，结果为：

依次按下 3、 1 、 2 三个中断请求按钮，结果为：

2、多级嵌套中断实验设计：

实验设计要求：该程序，先开中断，连续显示‘8’，在按下中断键后，显示该中断优先级，若是 1 级则连续出 40H 个‘Y’；若是 2 级则连续出 40H 个‘N’；若是 3 级则连续出 40H 个‘U’。显示完成后，直接返回连续显示“8”。在执行低级中断的情况下，如果发生了高级中断则执行高级中断，高级中断执行完成后继续执行低级中断，低级中断执行完成后再连续显示‘8’。

实验步骤：

- (1) 置控制开关为 00010（连续、内存、微程序、联机、16 位）。
- (2) 设计中断向量硬件布线，填写中断向量表。
- (3) 编写中断服务程序（主程序、子程序）。
- (4) 分析运行结果。

五、思考题

- 1、当多个中断源同时提出中断请求时，教学机的中断系统如何优先响应哪个中断源的请求？对不予响应的中断请求，教学机中如何处理？
- 2、响应中断后，应当如何保护现场？中断服务完成后，服务程序如何结束？CPU 如何恢复现场？如何返回先前被中断的程序？