**计算机组成原理**

**（TEC-8系统）**

**实验指导书**

（2018级）

目录

[第1章 TEC-8实验系统平台概述 3](#_Toc414983067)

[第2章 运算器组成实验 13](#_Toc414983068)

[第3章 双端口存储器原理实验 16](#_Toc414983069)

[第4章 数据通路组成实验 19](#_Toc414983070)

[第5章 微程序控制器实验 21](#_Toc414983071)

[第6章 CPU组成与机器指令的 执行实验 27](#_Toc414983072)

[第7章 中断原理实验 31](#_Toc414983073)

# 第1章 TEC-8实验系统平台概述

1.1 TEC-8实验系统的用途

TEC-8计算机硬件综合实验系统，以下简称TEC-8实验系统，是清华大学科教仪器厂生产的一个专利产品。它可用于数字逻辑与数字系统、**计算机组成原理**、计算机体系结构三门课程的实验教学，也可用于数字系统的研究开发，为提高学生的动手能力、培养学生的创新精神提供了一个良好的舞台。

1.2 TEC-8组成实验系统技术特点

⑴ 模型计算机字长8位，通过8位数据开关用手动方式输入二进制测试程序，有利于从最底层开始了解计算机工作原理。

⑵ 指令系统采用4位操作码，可容纳16条指令。已实现加、减、与、加1、存数、取数、条件转移、无条件转移、输出、中断返回、开中断、关中断和停机等14条指令，指令功能非常典型。

⑶ 采用双端口存储器作为主存，实现数据总线和指令总线双总线体制，实现指令流水功能，体现出现代CPU设计思想。

⑷ 控制器采用微程序控制器、硬连线控制器和独立3种类型，体现了当代计算机控制器技术的完备性。

⑸ 微程序控制器、硬连线控制器和独立之间的转换采用独创的一次全切换方式，切换不用关掉电源，切换简单、安全可靠。

⑹ 控制存储器中的微代码可用PC计算机下载。

⑺ 运算器中ALU采用2片74LS181实现，4个8位寄存器组用1片EPM7064实现。

⑻ 每一条机器指令的时序采用不定长机器周期方式，符合现代计算机设计思想。

1.3 TEC-8实验系统组成

TEC-8实验系统由电源模块、模型计算机、数字逻辑实验区组成。其中电源部分在实验箱的下部，它输出+5V电压，最大负载电流3A，具有抗+5V对地短路功能。220V交流开关在实验箱右侧，插座安装在实验箱的背面。实验台上有一个+5V电源指示灯。

1.4 逻辑测试笔

在数字电路实验中，对信号的测量是一个重要问题。常用的测试工具有示波器、万用表和逻辑测试笔。示波器的好处是直观、准确，用波形显示信号的状态，常用于对连续的周期波形进行测量，数字示波器对非周期信号的测量也很有效，缺点是造价较高。万用表价格便宜，使用方便，对信号电压能进行精确测量，缺点是不能测量脉冲信号。逻辑测试笔常用于测量信号的电平，判断一个较窄的脉冲是否发生以及发生了几个脉冲，缺点是无法对信号的电压作精确测量。数字电路实验中，关心的不是信号的具体电压而是信号的电平，逻辑测试笔作为一种方便、直观的测试工具，得到了广泛应用。TEC-8实验台上许多信号都连接发光二极管作为指示灯，指示信号的电平，同时配备了逻辑测试笔。

TEC-8实验系统上配置的逻辑测试笔在测试信号的电平时，红灯亮表示高电平，绿灯亮表示低电平，红灯和绿灯都不亮表示高阻态。在测试脉冲个数时，首先按一次Reset按钮，使2个黄灯D1、D0灭，处于测试初始状态。TEC-8实验台上的逻辑测试笔最多能够测试3个连续脉冲。测试信号的状态显示如表1所示。

表1 逻辑测试笔指示灯对应得信号的状态

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 红 绿 | 测试结果 | D1 D0 | 测试结果 |
| 0 0 | 高阻态 | 0 0 | 没有脉冲 |
| 1 0 | 高电平 | 0 1 | 1个脉冲 |
| 0 1 | 低脉冲 | 1 0 | 2个脉冲 |
|  |  | 1 1 | 3个脉冲 |

1.5 TEC-8模型计算机系统介绍

TEC-8模型计算机由运算器、存储器、控制器、时序电路、数据输入开关和结果显示指示灯组成，如图1所示，下面分别介绍各模块的组成。

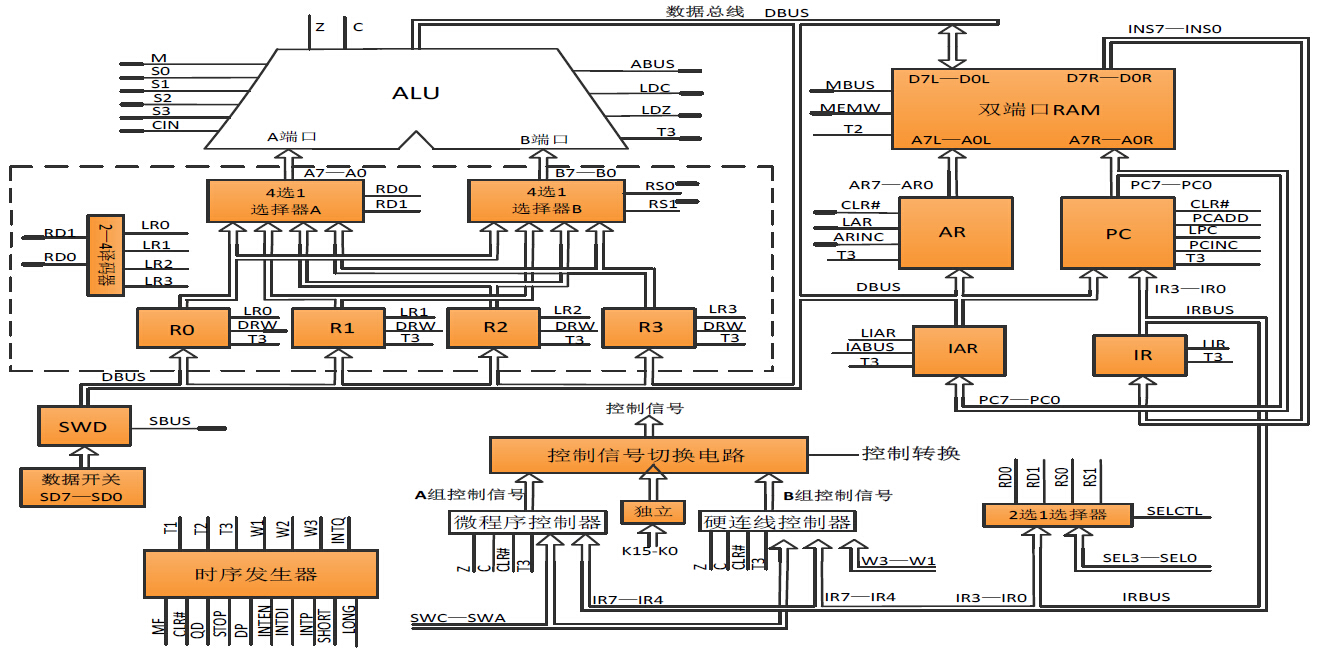


图1 TEC-8模型计算机框图

1.5.1 时序发生器

时序发生器产生模型计算机所需的节拍脉冲、节拍电位以及中断请求信号ITNQ。时序电路由一个1MHz晶振和2片GAL22V10（可编程逻辑器件）(U70和U71)组成。

TEC-8模型机执行一条微指令需要3个节拍脉冲T1、T2、T3，而且采用不定长机器周期，绝大多数指令采用2个周期W1、W2，少数指令需要一个机器周期W1或者3个机器周期W1、W2、W3。基本时序如图2所示：



图2 TEC-8模型计算机时序图

图中，MF是晶振产生的1MHz基本时钟，T1、12、T3是数据通路和控制器中各寄存器的节拍脉冲信号，印制板上已将它们和相关的寄存器相连。Tl、T2、T3既供微程序控制器使用，也供硬连线控制器使用。W1、W2、W3只供硬连线控制器做节拍电位信号使用。一个机器周期包含一组T1、T2、T3。

**1.5.2 算术逻辑运算单元ALU**

运算器ALU由2片74LSl81(U41和U42)加1片7474（双D型正边沿触发器）、1片74244（三态单向缓冲器）、1片74245（双向总线缓冲器）、1片7430（8输入与非门）组成，进行算术逻辑运算组成，在181选择端控制信号M和S0-S3控制下，ALU对A端口、B端口的数据进行各种算术、逻辑运算，产生8位数据结果、进位标志C信号和结果为0标志Z信号，当信号ABUS为1时，运算结果被送到数据总线DBUS，可以在D7～D0显示指示灯上看到结果。有关74181运算的具体操作，请看74181的资料或教科书。

**1.5.3 双端口通用寄存器组**

双端口通用寄存器组由一片EPM7064（可编程逻辑器件）(U40)构成，向ALU提供两个运算操作数A和B，并保存运算结果。EPM7064内包含4个8位寄存器R0、Rl、R2、R3， 4选1选择器A，4选1选择器B和2-4译码器，如图1中虚线部分。2-4译码器产生寄存器写使能信号LR0、LR1、LR2和LR3，它们与DRW一起控制寄存器的数据写入。比如在LR0=1，DRW=1时，在T3上升沿时将DBUS的数据写入到R0寄存器。

**1.5.4 数据开关SD7-SD0**

八位数据开关是双向数据开关，拨到上面位置时输出1，拨到下面位置时输出0，用于编制程序并把数据放入存储器以及设置寄存器R3-R0的值。当SBUS=1时，通过拨动数据开关可以把数据通过SWD送往数据总线DBUS。SWD是一片74LS244 (U50)，SBUS是它的使能控制信号。

**1.5.5 双端口存储器RAM**

双端口存储器RAM由一片IDT7132及少量控制电路构成。IDT7132是2048×8的双端口静态随机存储器（SRAM），本实验系统实际只使用256个存储单元。IDT7132有二套独立的地址线、数据线和读写控制线，但在本实验系统中，双端口存储器的左端口是个真正的可读、写端口，数据通过DBUS出入，而右端口已被设置成只读方式，数据通过INS7～INS0总线被送往指令寄存器IR。

**1.5.6 程序计数器PC、地址寄存器AR和中断地址寄存器IAR**

程序计数器PC由2片GAL22V10（U53和U54）和1片74244（U46）组成，向双端口RAM的右端口提供存储器地址PC7～PC0，程序计数器具有PC复位功能，可从数据总线DBUS上装入初始PC数据，另外PC具有加1功能，和与转移偏移量相加功能。

地址计数器AR由1片GAL22V10（U58）组成，向双端口RAM的左端口提供存储器地址AR7～AR0，它具有从数据总线DBUS上装入初始AR功能和AR加1功能。

中断地址寄存器IAR是1片74374（八D型触发器）（U44)，它保存中断时的程序地址PC。

**1.5.7 指令寄存器IR**

指令寄存器IR是一片74273（八D型触发器）(U47)。用于保存从双端口RAM中读出的指令。它的输出高4位IR7-IR4送往硬连线控制器及微程序控制器，低4位IR3-IR0送往2选1选择器，在程序控制模式下可作为寄存器的地址。

**1.5.8 微程序控制器**

微程序控制器产生TEC-8模型机所需的各种控制器信号。由5片HN58C65（U33、U34、U35、U36和U37）、1片74174（6D触发器）(U19)、3片7432（或门）（U21、U22和U29）和3片7606（非门）(U20、U30和U56)组成。5片HN58C65组成控制存储器，存放微程序代码；1片74174是微地址寄存器，3片7432和3片7408（与门）组成微地址转移逻辑。

**1.5.9 硬连线控制器**

硬连线控制器由1片可编程器件EPM7128(U68)组成，产生TEC-8模型计算机所需的各种控制信号。

**1.5.10 控制信号切换电路**

控制信号切换电路由7片74244(U7、U8、U9、U10、U14、U15和U16)和1个转换开关组成。拨动一次转换开关，就能够实现一次控制信号的切换。当转换开关拨到朝上位置时（红灯），TEC-8模型机使用硬连线控制器产生的控制信号；当转换开关拨到朝中间位置时（黄灯），TEC-8模型机处于独立状态，控制信号通过电平开关（K15～K0）产生；当转换开关拨到朝下位置时（绿灯），TEC-8模型机使用微程序控制器产生的控制信号。

**1.5.11 2选1选择器**

2选1选择器由1片74244(U45)组成，用于在指令中的操作数IR3-IR0和控制信号SEL3-SEL0之间进行选择，产生目的寄存器地址编码RD1、RD1以及产生源寄存器地址编码RS1、RS0。

**1.5.12 模型机指令系统**

TEC-8模型机是个8位机，字长是8位。使用4位操作码，最多可容纳16条指令现已实现14条指令，见下表。

**表2 TEC-8模型计算机指令系统**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 助记符 | 功能 | 指令格式 | | |
| IR7 IR6 IR5 IR4 | IR3 IR2 | IR1 IR0 |
| 加法 | ADD Rd,Rs | Rd+Rs→Rd | O 0 O 1 | Rdl Rd0 | Rs1 Rs0 |
| 减法 | SUB Rd,Rs | Rd-Rs→Rd | O 0 1 0 | Rdl Rd0 | Rs1 Rs0 |
| 逻辑与 | AND Rd,Rs | Rd & Rs→Rd | O 0 1 1 | Rdl Rd0 | Rs1 Rs0 |
| 加 1 | INC Rd | Rd+1→Rd | 0 1 0 0 | Rdl Rd0 | × × |
| 取数 | LD Rd,[Rs] | [Rs] →Rd | O 1 0 1 | Rdl Rd0 | Rs1 Rs0 |
| 存数 | ST Rs,[Rd] | Rs→[Rd] | O 1 1 0 | Rdl Rd0 | Rs1 Rs0 |
| C条件转移 | JC addr | 若C=1 ,则  @+offset→PC | O 1 1 1 | offset | |
| Z条件转移 | JZ addr | 若Z=1 ,则  @+offset→PC | 1 0 0 0 | offset | |
| 无条件转移 | JMP [Rd] | Rd→PC | 1 0 0 1 | Rdl Rd0 | × × |
| 输出 | OUT Rs | Rs→DBUS | 1 0 1 0 | × × | RSl RS0 |
| 中断返回 | IRET | 返回断点 | 1 0 1 1 | × × | × × |
| 关中断 | DI | 禁止中断 | 1 1 0 0 | × × | × × |
| 开中断 | EI | 允许中断 | 1 1 0 1 | × × | × × |
| 停机 | STOP | 暂停执行 | 1 1 1 0 | × × | × × |

**注：XX代表随意值。Rs代表源寄存器号，Rd代表目的寄存器号。@是当前指令的地址值加1，offset是一个4位的有符号数，第3位是符号位,0代表正数，1代表负数。**

指令系统中，指令操作码0000B没有对应的指令，实际上指令操作码0000B对应着一条nop指令，即什么也不做的指令。当复位信号为0时，对指令寄存器IR复位，使IR的值为00000000B，对应一条nop指令。这样设计的目的是适应指令流水的初始状态要求。

**1.5.13 开关、按钮、指示灯**

（一） 指示灯

为了在实验过程中观察各种数据，TEC-8实验系统设置了大量的指示灯。

（1）与运算器有关的指示灯

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 信号名称 | 信号灯符号 | 备注 |
| 数据总线指示灯 | *D7～D0* | 即DBUS显示灯 |
| 运算器A端口数据指示灯 | A7～A0 | 也可用来观察寄存器的值 |
| 运算器B端口数据指示灯 | B7～B0 | 也可用来观察寄存器的值 |
| 进位信号指示灯 | C |  |
| 结果为0信号指示灯 | Z |  |

（2）与存储器有关的指示灯

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 信号名称 | 信号灯符号 | 备注 |
| 程序计数器指示灯 | PC7～PC0 | 右端口地址值 |
| 地址寄存器指示灯 | AR7～AR0 | 左端口地址值 |
| 指令寄存器指示灯 | IR7～IR0 |  |
| 双端口存储器右端口指示灯 | INS7～INS0 | 右端口数据 |

(3)与微程序控制器有关的信号指示灯

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 信号名称 | 信号灯符号 | 备注 |
| 后继微地址指示灯 | NuA5～NuA0 |  |
| 判别位指示灯 | P4～P0 |  |
| 当前微地址 | uA5～uA0 |  |

（4）节拍电位信号指示灯

按下启动按钮QD后，至少产生一组节拍脉冲T1、T2、T3，无法用指示灯显示T1、T2、T3的状态，因此设置了T1、T2、T3观测插孔，使用TEC-8实验台上提供的逻辑测试笔能够观测T1、T2、T3是否产生。

硬连线控制器产生的节拍电位信号W1、W2和W3有对应的指示灯。

（5）其他指示灯

|  |  |
| --- | --- |
| 信号名称 | 信号灯作用 |
| 硬连线指示灯（红） | 表明控制器为硬连线方式 |
| 独立指示灯（黄） | 表明控制器为独立方式 |
| 微程序指示灯（绿） | 表明控制器为微程序方式 |
| SELCTL控制器2选1选择器指示灯 | 表明系统处于实验状态（1）或运行程序状态（0） |
| +5V指示灯 | 指示+5V电源正常 |

（二） 按钮

（1）启动按钮QD

按一次启动按钮QD，则产生2个脉冲QD和QD#，一正一负，其中正脉冲启动节拍脉冲信号T1、T2、T3。

（2）复位按钮CLR

按一次复位按钮CLR，则产生2个脉冲CLR和CLR#，一正一负，其中负脉冲使模型机复位，处于初始状态。

（3）中断按钮PULSE

按一次中断按钮PULSE，则产生2个脉冲PULSE和PULSE#，一正一负，其中正脉冲向模型机发出中断请求。

（三） 开关

（1）数据开关SD7-SD0

用于向寄存器写入数据、向存储器写入程序或者用于设置存储器初始地址。上拨为1，下拨为0.

（2）电平开关K15-K0

用于设置信号的电平。

（3）单微指令开关DP

单微指令开关控制节拍脉冲信号T1、T2、T3的数目。当DP上拨时，处于单微指令运行方式，每按一次QD按钮，只产生一组T1、T2、T3；当DP下拨时，处于连续运行方式，按一次QD按钮，开始连续产生T1、T2、T3，直到按一次CLR按钮或者控制器产生STOP信号为止。

（4）控制器转换开关

上拨是使用硬连线控制器，中间是独立状态，下拨是使用微程序控制器。

（5）编程开关

下拨，TEC-8模型机处于正常工作状态，上拨时，处于编程状态。在编程状态下，可以修改控制存储器中的微代码。

（6）操作模式开关SWC、SWB、SWA

在微程序控制模式下的操作见表3：

**表3 操作模式**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| SWC | SWB | SWA | 操作 |
| O | O | O | 启动程序运行 |
| O | O | 1 | 写存储器 |
| O | 1 | 0 | 读存储器 |
| O | 1 | 1 | 写寄存器 |
| l | 0 | O | 读寄存器 |
| 1 | 0 | 1 | 运算器组成试验 |
| 1 | 1 | 0 | 双端口存储器实验 |
| 1 | 1 | 1 | 数据通路试验 |

**注：本课程运算器、双端口存储器及数据通路实验采用独立模式，不采用上表中的操作方式。**

1.6 模型计算机控制信号的功能

图1中的各控制信号功能见下表

**表4 TEC-8模型计算机控制信号表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 信号名称 | | 说 明 |
| 与运算器有关的信号 | M、S3、S2、S1、S0 | 选择运算器的运算类型（M=0，算术运算；M=1，逻辑运算） |
| CIN | 运算器最低位的进位输入信号。为0时，运算器最低位有进位 |
| ABUS | 将运算结果数据送数据总线控制信号，高电平有效（即ABUS=1时，运算器的结果被打入DBUS；ABUS=0时，运算器的结果被禁止送到DBUS.） |
| LDC | 进位输出控制信号，当LDC=1时，在T3上升沿，将进位结果打入C标志寄存器。 |
| LDZ | 结果为零输出控制信号，当LDZ=1时，在T3上升沿，将数据打入Z标志寄存器。 |
| RD1、RD0 | 4选1选择器A端口(A7~A0)选择信号及2-4译码器的输入信号，2-4译码器的输出用于控制寄存器的写使能信号；非独立操作时，当SETCTL=1时，RD1=SEL3，RD0=SEL2，当SETCTL=0时，RD1=IR3，RD0=IR2，独立操作时可直接由开关控制。  RD1RD0=11时，A端口=R3，LR3=1; RD1RD0=10时，A端口=R2，LR2=1;  RD1RD0=01时，A端口=R1，LR1=1; RD1RD0=00时，A端口=R0，LR0=1. |
| RS1、RS0 | 4选1选择器B端口(B7~B0)选择信号，非独立操作时，当SETCTL=1时，RS1=SEL1，RS0=SEL0；当SETCTL=0时，RS1=IR1，RS0=IR0；独立操作时可直接由开关控制。  RS1RS0=11时，B端口=R3; RS1RS0=10时，B端口=R2;  RS1RS0=01时，B端口=R1; RS1RS0=00时，B端口=R0. |
| DRW | 寄存器写控制信号。当DRW=1且LRX=1时，在T3的上升沿将DBUS上的数据写入寄存器。比如，当DRW=1且LR0=1时，在T3的上升沿将DBUS上的数据写入寄存器R0。 |
| SBUS | 将数据开关数据SD7-SD0送数据总线控制信号，高电平有效。 |
| 与存储器有关的信号 | MBUS | 双端口存储器左端口读使能信号。当MBUS=1，且MEMW=0时，将左端口数据送到DBUS。 |
| MEMW | 双端口存储器左端口写使能信号。当MBUS=0，MEMW=1时，在T2=1期间，将DBUS上数据写入地址为AR7-AR0指示的存储器单元。 |
| CLR# | 模型计算机复位信号，在CLR#=1时，AR和PC寄存器清零信号。 |
| LAR | AR寄存器锁存使能信号，当LAR=1，ARINC=0时，在T3的上升沿将DBUS上的数据写入AR7～AR0. |
| ARINC | AR寄存器加1使能信号，当ARINC=1时，在T3的上升沿AR值加1. |
| PCADD | PC寄存器加偏移量使能信号。当PCADD=1时，在T3上升沿，PC+(IR3-IR0)→PC. |
| LPC | PC寄存器锁存使能信号，当LPC=1,PCINC=0时，在T3的上升沿将DBUS上的数据写入PC7～PC0. |
| PCINC | PC寄存器加1使能信号，当PCINC=1时，在T3的上升沿PC值加1. |
| LIR | IR寄存器锁存使能信号，当LIR=1时，在T3的上升沿将INS7-INS0上的数据写入IR7～IR0. |
| 与控制器有关信号 | LIAR | 中断寄存器锁存使能信号，当LIAR=1时，在T3的上升沿将PC值保存在IAR中。 |
| IABUS | 中断寄存器输出使能信号，当IABUS=1时，IAR寄存器数据送到DBUS上。 |
| INTDI | 中断屏蔽标志信号，当INTDI=1时，禁止TEC-8响应中断。 |
| INTEN | 中断允许标志信号，当INTEN=1时，允许TEC-8响应中断。 |
| SELCTL | 实验系统状态选择信号，当SETCTL=1，TEC-8实验系统处于实验台状态；当SETCTL=0，TEC-8实验系统处于运行程序状态； |
| NuA5-NuA0 | 微程序控制器中微指令的后继地址字段信号。 |
| P4-P0 | 微程序控制器中微指令的P字段信号。 |
| STOP | 时序发生器结束信号，高有效。 |

**注：SBUS、ABUS、MBUS都是控制数据往DBUS上输入，因此三个信号同一个时刻只能有一个有效。**

# 第2章 运算器组成实验

一、实验目的

1、熟悉双端口通用寄存器组的读写操作。

2、熟悉简单运算器的数据传送通路。

3、验证运算器74LS181的加、减、与、或功能。

4、按给定数据，完成指定的算术、逻辑运算。

5、熟悉逻辑测试笔的使用方法。

二、实验设备

1．TEC-8计算机组成实验系统一台

2．逻辑测试笔一支

三、实验电路及原理

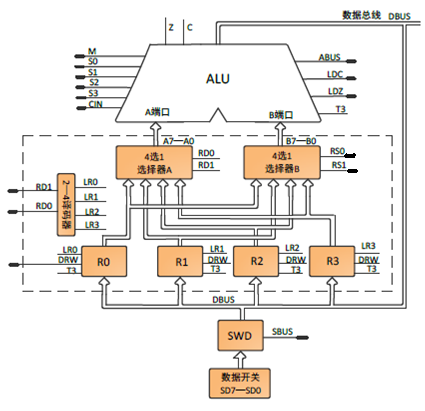


图3 运算器组成实验电路

图3示出了本实验所用的运算器数据通路图。该运算器字长为8位，可以输出进位和结果为零标志，参与运算的数据必须事先保存在寄存器中，通过4选1选择器送往ALU（由2片181级联而成）的A端口和B端口，选择器的地址分别由RD1、RD0和RS1、RS0控制，而且，寄存器写端口的地址由RD1、RD0控制，可参见表3运算器信号部分的说明。

运算器的运算类型由M和S3-S0控制，具体说明可参见教科书的表2.6。运算的结果可以通过DBUS观看，也可以将结果存入寄存器。写入寄存器的控制信号为DRW，高有效，在DRW=1，且LR3/2/1/0=1时，在T3的上升沿可以将DBUS上的数据写入R3/2/1/0寄存器，写操作结束后，要及时将DRW置0**。**

**T3**为时序脉冲信号，在**单拍**操作时，每按一次**QD按钮**，则时序电路就顺序产生一组单脉冲T1、T2、T3。（将**DP开关置1时，为单拍操作。** ）

因为本次实验采用独立方式控制，图3中所有带有黑把的信号表明需要用电平开关提供，没有黑把的信号已经接好，比如T3信号不需要外接，DRW信号只要接一个即可。

四、实验任务

1．对下列3组数据进行加、减、与、或运算。

(1)A=0F0H,B=10H; (2) A=03H,B=05H; (3) A=55H,B=0AAH.

五、实验步骤

1、分配好信号与电平开关的对应关系，并接好线路，接线时注意顺时针是锁紧，逆时针是放松；

|  |  |
| --- | --- |
| 电平开关 |  |
| 信号名称 | SBUS **DRW** RD1 RD0 RS1 RS0 ABUS LDC LDZ CIN M S3 S2 S1 S0 |

2、将控制器转换开关拨到独立位置，将编程开关设置为正常位置，将DP拨到向

本次实验中所需的控制信号由电平开关提供，且单拍操作，因此将控制器转换开关拨到独立位置，将编程开关设置为正常位置，将DP拨到向上（DP=1）位置；

3、确认无误后，打开电源；

4、按顺序送控制信号将参与运算的数据写入寄存器R0和R1，操作时注意观看A、B指示灯，验证数据是否正确；

5、按顺序送控制信号将参与运算的数据分别通过A、B端口进行加、减、与、或运算。

6、重复3、4步骤，完成3组数据的运算，做好记录。

六、实验要求

1． 做好实验预习，掌握运算器的数据传输通路及其功能特性，填好下列预习表：

（1）运算器类型信号值：

|  |  |
| --- | --- |
| 运算类型 | M S3 S2 S1 S0 CIN |
| 加 |  |
| 减 |  |
| 与 |  |
| 或 |  |

（2）实验步骤记录表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 功能 | SD SBUS **DRW** RD1 RD0 RS1 RS0 ABUS LDC LDZ CIN M S3 S2 S1 S0 | **DBUS A B C Z** |
| SD→R0 |  |  |
| SD→R1 |  |  |
| R0+R1→DBUS |  |  |
| R0-R1→DBUS |  |  |
| R0&R1→DBUS |  |  |
| R0/R1→DBUS |  |  |

**注：电平开共有16个，本次实验用到15个。**

**在对寄存器写数据时，DRW为1，在改变数据开关时，为避免误写，在DRW置0情况下，再改数据开关，即需要用到DRW的操作时，要最后一个设置DRW=1，结束后，第一个设置DRW=0.**

2． 写出实验报告，内容是：

(1) 实验目的；

(2) 实验原理图；

(3) 实验记录表及实验结果表；

实验结果表：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 实验数据 | | 实验结果 | | | | | | | | | |
| 数A | 数B | 加 | | | 减 | | | 与 | | 或 | |
| 数据结果 | C | Z | 数据结果 | C | Z | 数据结果 | Z | 数据结果 | Z |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

(4) 写出实验心得体会（过程总结）。

# 第3章 双端口存储器原理实验

一、实验目的

1． 了解双端口静态存储器IDT7132的工作特性及其使用方法；

2． 了解半导体存储器怎样存储和读取数据；

3． 了解双端口存储器怎样并行读写；

4. 熟悉TEC-8模型计算机存储器部分的数据通路。

二、实验设备

1．TEC-8计算机组成原理实验系统l台

2．逻辑测试笔一支

三、实验电路及原理



图4 双端口存储器实验电路图

图4示出了双端口存储器的实验电路图。双端口存储器主要由一片IDT7132组成，IDT7132 的容量是2048x8位，其中左右地址线的A8-A10引脚已被接地，因此实际可使用的存储容量为256字节，地址只要8位即可。左端口的地址由AR寄存器提供，数据端口接数据总线DBUS；右端口的地址由PC计数器提供，数据端口接指令总线INS。两个总线的数据都可以用相应的指示灯观察。

IDT7132原有六个控制引脚：CEL#、LR／W#、OEL#、CER#、RR/W#、OER#，分别控制左右二个端口的读写功能，在TEC-8系统中，已经将右端口设置成只读了，所以不需要用控制线，右端口一直处于读状态。只有左端口可以进行读或写操作，而且将控制信号名改为由MBUS、MEMW和T2控制，控制方式如下：

（1）当MEMW=1，MBUS=0时，在T2为1时（按QD键）将DBUS中的数据写入AR指定的存储单元（写入功能）；

（2）当MEMW=0 ，MBUS=1时，将AR指定的存储单元内容送到DBUS（读出功能）。

AR寄存器具有地址锁存和加1功能；PC计数器除了有地址锁存和加1功能外，还具有加偏移量功能，在写和读存储器时都要先从数据开关将地址送到AR或PC寄存器，操作方式如下：

（1）先将数据开关设置成地址数据，当LAR/LPC=1，ARINC/PCINC=0，在T3上升沿（按QD键）时，DBUS中的数据被写入到AR/PC寄存器，在AR/PC的显示灯上可以观看到地址数据；

（2）当LAR/LPC=0，ARINC/PCINC=1，在T3上升沿（按QD键）时，AR/PC的数据加1。

**注意：LAR/LPC和ARINC/PCINC不能同时有效（即不能同时为1）。**

四、实验任务

1．从存储器地址10H开始，通过左端口连续向双端口RAM中写入4个数：85H、60H、38H、0AAH。在写的过程中，可以通过右端口实时检测写的数据是否正确。

2.从存储器地址10H开始，连续从双端口RAM的左端口和右端口同时读出存储器的内容。

五、实验步骤

1、分配好信号与电平开关的对应关系，并接好线路；

|  |  |
| --- | --- |
| 电平开关 |  |
| 信号名称 | SBUS LAR LPC ARINC PCINC MBUS MEMW |

2、将控制器转换开关拨到独立位置，将编程开关设置为正常位置，将DP拨到向上（DP=1）位置；

3、确认无误后，打开电源；（CLR#复位信号已接好，不用连接。）

4、按顺序送控制信号将地址10H送到AR和PC寄存器，操作时注意观看AR、PC指示灯，验证数据是否正确，填好实验记录表；

5、按顺序送控制信号将数据通过左端口写入AR指定的单元，并同时通过右端口验证数据是否正确。注意此操作在写和读的同时，也要进行AR和PC的加1功能，以便写、读下个存储单元，但是，AR锁存的是下一个要写的单元地址，而PC锁存的是当前写的单元地址，所以PC加1功能需滞后一步；

5、重复4步骤，完成另外3组数据的写入；

6、按顺序送控制信号将地址10H送到AR和PC寄存器，同时从左、右端口读出数据，连续读4组数据。

实验记录表：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 功能 | 步骤 | **SD** SBUS LAR LPC ARINC PCINC MBUS MEMW | **AR DBUS PC INS** |
| 存储器写 |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |  |
| 存储器读 |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

SD为数据开关的值，AR、DBUS、 PC、 INS为指示灯的值（QD按下后的值）。

**注：SBUS，MBUS不能同时为1，MEMW为存储器写信号，应最后拨成1，最先拨成0；**

六、实验要求

1．做好预习，掌握双端口存储器的读写原理。

2．写出实验报告，内容是：

(1) 实验目的。

(2) 实验原理图。

(3) 实验记录表。

(4) 实验心得体会。

# 第4章 数据通路组成实验

一、实验目的

1． 进一步熟悉模型计算机的数据通路；

2． 进一步掌握数据通路中各个控制信号的作用和用法。

3． 掌握数字通路中数据流动路径。

二、实验设备

1．TEC-8计算机组成原理实验系统一台

2．逻辑测试笔一支

三、实验电路及原理



图5 数据通路实验电路图

数据通路实验电路图如图5所示。它是将双端口存储器模块和运算器模块连接在一起形成的，这二个模块功能在前二个实验中已介绍，不再赘述。

本实验要求在寄存器和存储器之间进行数据传送，以体验数据通路的控制过程。其中通过数据开关将数据写入寄存器已在运算器实验介绍过，这里不再重复。

在寄存器与存储器之间传送数据时，ALU要处于数据传送状态（将B口作为传送状态的信号值：M=1，S3-S0为1010，CIN置成1）。由RS1RS0确定的寄存器数据通过4选1选择器B送到ALU的B端口，经过ALU传送到DBUS上，再写入到存储器的相关单元中去。

**注：将存储器的数据送入到寄存器中去的时候，须通过RD1RD0选择寄存器。**

四、实验任务

1．将数75H写到寄存器R0，数28H写到寄存器R1，数89H写到寄存器R2，数32H写到寄存器R3。

2．将寄存器R0～R3中的数分别写入到存储器20H～23H单元中。

3．再将存储器20H～23H单元中的数据分别写入到寄存器R3～R0中。

4．显示4个寄存器的值，检查数据传送是否正确。

五、实验步骤

1、分配好信号与电平开关的对应关系，并接好线路。由于本实验信号比较多，对于一些固定值的信号可以直接接电源线，比如：M,S3～S0，CIN等，另外，为了验证存储器的值写入的是否正确，可以利用右端口读的功能，参考上个实验，思考如何操作；

|  |  |
| --- | --- |
| 电平开关 |  |
| 信号名称 |  |

2、将控制器转换开关拨到独立位置，将编程开关设置为正常位置，将DP拨到向上（DP=1）位置；

3、确认无误后，打开电源；

4、依次写数据到4个寄存器，观察数据值是否正确；

5、依次将数据从寄存器传送到存储器，注意每步观察数据值是否正确；

6、依次将数据从存储器传送到寄存器，注意每步观察数据值是否正确；

7、依次读4个寄存器的值，验证数据是否正确。

实验记录表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 功能 | 步骤 | **SD** | **DBUS A B AR** |
| 寄存器写 |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 寄存器到存储器 |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 存储器到寄存器 |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 寄存器读 |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

实验重复的步骤可以只写一个。

六、实验要求

1．做好实验预习，仿照前二个实验列表写出实验中每个步骤应提供的信号值；

2. 写出实验报告，内容是：

(1)实验目的。

(2)实验原理图。

(3)实验步骤记录表。

(4)以**流程图**方式写出实验过程，每步对应的控制信号值。

(5)心得体会。

# 第5章 微程序控制器实验

一、实验目的

l.掌握微程序控制器的组成原理。

2.掌握TEC-8模型计算机中微程序控制器的实现方法，尤其是微地址转移逻辑的实现方法。

3.理解条件转移对计算机的重要性。

二、实验设备

1．TEC-8计算机组成原理实验系统一台

2．逻辑测试笔一支

三、实验电路即原理

1．微指令格式

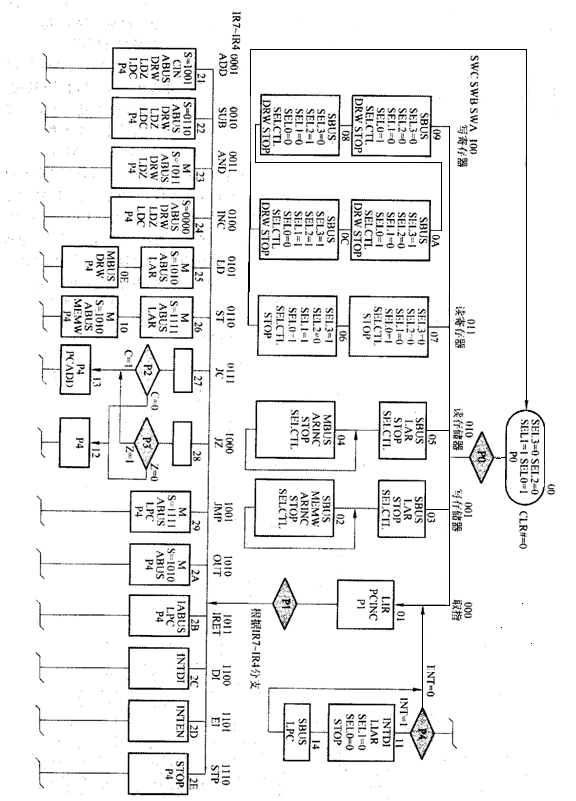
微指令格式如图6所示。微指令字长40位，其中顺序控制部分11位（判别字段5位，后继微地址6位）。操作控制字段29位，其中26位直接控制数据通路，1位STOP信号控制时序，2位控制开关中断。微命令信号的功能见表3。



图6 微指令格式

2.微程序流程图

图7列出了14条用户指令和5条控制台指令的流程。



SDSDSD

SD→R1

SD→R0

SD→R3

SD→R2

R2→A

R3→B

R0→A

R1→B

(AR)→DBUSR

AR+1

SD→AR

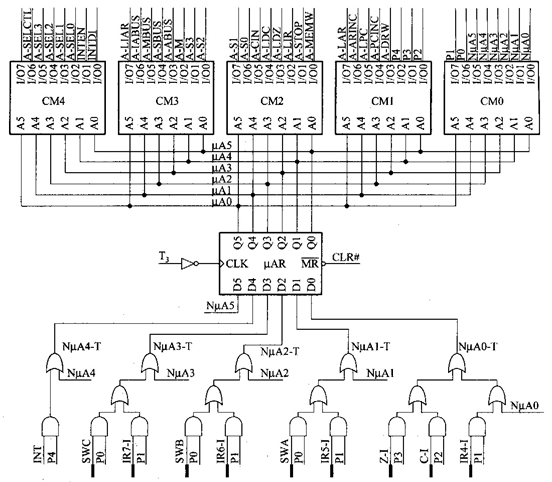
(PC)→IR

PC+1

图7 微程序流程图

3.微程序控制电路

如图8所示，其中微指令信号名称与图6相对应，因为TEC-8实验系统有微程序和硬布线二个控制器，为了区别，在微程序控制器产生的信号加了前缀“A-”。



**PCADD**

图8 微程序控制器电路图

控制存储器由5片E2PROM(HN58C65)组成，HN58C65是8KX8位的芯片，地址输入端有13位：A12--A0，实验中只用到A5--A0，A12--A6接地，即实际的使用存储空间为64个单元，可以存储64条微指令。微指令共有39个，其中CM4存储器只用了7根数据线，最高位为空。

微地址寄存器uAR共6位，用一片8D触发器74LSl74组成，带有异步清零端。当按下复位键时（CLR#）时，uA5-uA0为00H，供读出第一条微指令使用。由图8可以看出.在一条微指令结束时，在T3的下降沿将微地址转移逻辑电路产生的下条微指令地址NuA5、NuA4-T～NuA0-T写入微地址寄存器。

微地址转移逻辑由若干个与门和或门组成，实现“与-或”逻辑。微地址转移逻辑的多个输入信号中，SWC、SWB、SWA是模式开关，它们用来决定控制台指令微程序的分支。C-I是运算器进位信号，Z-I是结果为零标志位，IR7-I～IR4-I是机器指令的操作码字段，INT是中断请求申请信号，根据它们的值来控制微程序转向某个特定的分支。具体可见下表：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **CLR#** | **P4P3P2P1P0** | **T3** | **uA5 uA4 uA3 uA2 uA1 uA0** |
| **0** | **X X X X X** | **X** | **0 0 0 0 0 0** |
| **1** | **0 0 0 0 0** | **↓** | **NuA5 NuA4 NuA3 NuA2 NuA1 NuA0** |
| **1** | **0 0 0 0 1** | **↓** | **NuA5 NuA4 SWC SWB SWA NuA0** |
| **1** | **0 0 0 1 0** | **↓** | **NuA5 NuA4 IR7-I IR6-I IR5-I IR4-I** |
| **1** | **0 0 1 0 0** | **↓** | **NuA5 NuA4 NuA3 NuA2 NuA1 C** |
| **1** | **0 1 0 0 0** | **↓** | **NuA5 NuA4 NuA3 NuA2 NuA1 Z** |
| **1** | **1 0 0 0 0** | **↓** | **NuA5 INT NuA3 NuA2 NuA1 NuA0** |

四、实验任务

1．正确设置模式开关SWC、SWB、SWA，用单微指令方式（DP=1）跟踪控制台操作读寄存器、写寄存器、读存储器、写存储器的执行过程，记录下每一步的微地址uA5～uA0,判别位P4～P0和有关控制信号的值，与微程序流程图对照，理解微程序的设计原理。

2．正确设置操作码IR7～IR4，用单微指令方式（DP=1）跟踪除停机指令STOP之外的所有指令的执行过程，记录下每一步的微地址uA5～uA0,判别位P4～P0和有关控制信号的值，与微程序流程图对照，理解微程序的设计原理。

3.通过寄存器写功能，将数据0F0H、10H、55H、0AAH分别写入R0、R1、R2、R3。

4.通过读寄存器功能，验证上述数据是否正确。

5.通过存储器写功能，将上述4个数据写入10H开始的存储器单元内。

6.通过存储器读功能，验证上述数据是否正确。

五、实验步骤

1.将控制器转换开关拨到微程序位置，编程开关设置成正常位置，将DP=1，即单拍状态。

2.将信号IR4-I、IR5-I、IR6-I、IR7-I、C-I、Z-I依次通过接线孔与电平开关连接。通过拨动电平开关送上述信号值。

3.依次操作，完成实验任务1和2，填好记录表（注表中把重复的已经去掉，比如取指部分）

4.根据测试的微命令信号值，认真阅读图1，写出每个微指令所完成的微操作。

5.正确理解寄存器和存储器读写流程完成实验任务3到6.

实验记录表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 功能 | 微地址  uA5～uA0 | NuA5～NuA0 | P4～P0 | 微指令完成的微操作  （数据流向） |
| 复位 | 00H |  |  | SEL=0011，P0=1，下条微地址由NuA5NuA4SWCSWBSWANuA0决定。 |
| 写寄存器 | 09H |  |  | R0→A,R1→B,SD→R0 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 读寄存器 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 读存储器 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 写存储器 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 中断 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 取指 |  |  |  |  |
| ADD |  |  |  |  |
| SUB |  |  |  |  |
| AND |  |  |  |  |
| INC |  |  |  |  |
| LD |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| ST |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| JC  (C=0)  (C=1) |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| JZ  (Z=0)  (Z=1) |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| JMP |  |  |  |  |
| OUT |  |  |  |  |
| IRET |  |  |  |  |
| DI |  |  |  |  |
| EI |  |  |  |  |
| STP |  |  |  |  |

**注：指令部分都是从取指开始（微地址为01H），该部分只要写一次即可。**

**进入中断的步骤：1.执行EI；2.执行一条任何有P4的微指令时，先按住PULSE键不动，再按QD键。**

六、实验要求

1． 做好实验预习，掌握微程序控制器的工作原理。

2． 写出实验报告，内容是：

(1) 实验目的。

(2) 实验原理图。

(3) 实验任务1、2的记录表。

（4） 心得体会。

# 第6章 CPU组成与机器指令的 执行实验

一、实验目的

1．将微程序控制器同执行部件(整个数据通路)联机，组成一台模型计算机。

2．执行一个简单的程序，掌握机器指令与微指令的关系。

3.理解计算机如何取出指令、如何执行指令、如何在一条指令执行结束后自动取出下一条指令并执行，牢固建立计算机的整机概念。

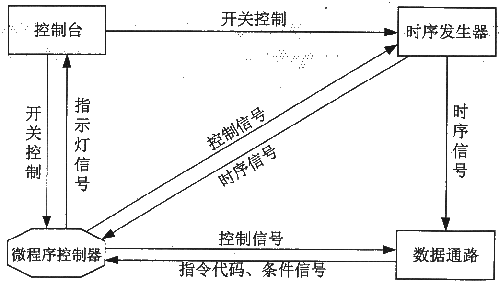
二、实验设备

1．TEC-8计算机组成原理实验系统一台

2．逻辑测试笔一支

三、实验原理

本次实验将前面几个实验中的所有电路，包括运算器、存储器、通用寄存器组、微程序控制器等模块组合在一起，构成一台简单的模型机，控制信号由微程序控制提供。



四、实验任务

1．将下表的程序按机器指令格式手工汇编成二进制机器代码，此项任务请在预习时完成。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 地址 | 指令 | 机器码（16进制） | 地址 | 指令 | 机器码（16进制 |
| 00H | LD R0,[R3] |  | 0AH | INC R2 |  |
| 01H | INC R3 |  | 0BH | ST R2，[R2] |  |
| 02H | LD R1,[R3] |  | 0CH | AND R0，R1 |  |
| 03H | SUB R0，R1 |  | 0DH | OUT R2 |  |
| 04H | JZ 0BH |  | 0EH | STP |  |
| 05H | ST R0，[R2] |  | 0FH | 85H |  |
| 06H | INC R3 |  | 10H | 23H |  |
| 07H | LD R0，[R3] |  | 11H | 0EFH |  |
| 08H | ADD R0，R1 |  | 12H | 00H |  |
| 09H | JC 0CH |  |  |  |  |

**注意表中地址0FH、10H、11H、12H中存放的不是指令，而是数值。此程序运行前设置初值：（R2）=12H，（R3）=0FH。**

2. 将信号IR4-I、IR4-I、IR6-I、IR7-I、C-I、Z-I依次通过接线孔与信号IR4-0、IR4-0、IR6-0、IR7-0、C-0、Z-0连接，使TEC-8模型计算机成为能够运行程序的整机系统。

3.将程序及数据写入存储器，并且给R2、R3置初值，跟踪执行程序，记录数据并检查结果。

五、实验步骤

1.将控制器转换开关拨到微程序位置，编程开关设置成正常位置，将DP=1，即单拍状态。

2.按实验任务的要求接好线路，打开电源。

3.将程序代码及数据写入存储器；

4.验证程序代码及数据是否正确；

5.给R2、R3寄存器置初值（R2是12H,R3是0FH）；

6.验证寄存器初值是否正确；

7.将SWC=0、SWB=0、SWA=0，按复位键，验证PC是否为00H;

8.单拍运行程序，直到程序结束，记录数据及结果**（注：只要记录实际有变化的数据）**。

9.重新设置存储器及寄存器的数据（程序代码没有破坏，在没有关机的前提下，不用重新设置），将DP=0，在连续状态下重新运行程序，读出结果。（此条选作。）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 指令地址 | 指令助记符 | uA5～uA0 | PC | IR | AR | A | B | D | C Z | 实际完成微操作 |
|  | 复位 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00 | LD R0,[R3] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 01 | INC R3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 02 | LD R1,[R3] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 03 | SUB R0，R1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 04 | JZ 0BH |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 05 | ST R0，[R2] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 06 | INC R3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 07 | LD R0，[R3] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 08 | ADD R0，R1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 09 | JC 0CH |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0A | INC R2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0B | ST R2，[R2] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0C | AND R0，R1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0D | OUT R2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0E | STOP |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

实验记录表

**寄存器结果值：R0= ，R1= ，R2= ， R3= 。存储器[12H]= 。**

七、实验要求

l.务必做好实验预习，这样在实验中才能做到头脑清醒、思路清晰、忙而不乱、心中有数。

2．根据实验任务的要求，预习时做好必要的准备，填好相关表格、数据和理论分析值，以便与实验值对照。

3．写出实验报告，内容是：

(1) 实验目的。

(2) 实验原理图 （图2）

(3) 实验记录表。

（4）心得体会

# 第7章 中断原理实验

一、实验目的

1、从硬件、软件结合的角度，模拟单级中断和中断返回的过程；

2、通过简单的中断系统，掌握中断控制器、中断向量、中断屏蔽等概念；

3、了解微程序控制器与中断控制器协调的基本原理；

4、掌握中断子程序和一般程序的本质区别，掌握中断的突发性和随机性。

二、实验设备

1．TEC-8计算机组成实验系统一台

2．逻辑测试笔一支

三、实验原理

TEC-8模型计算机中有一个简单的单级中断系统，只支持单级中断、单个中断请求，有中断屏蔽功能。

TEC-8模型计算机中有2条指令用于允许和屏蔽中断。DI指令称作关中断指令，此条指令执行后，即使发生中断请求，TEC-8也不响应请求。EI指令称作开中断指令，此条指令执行后， TEC-8响应中断请求。

为了保存中断断点的地址，以便程序被中断后能够返回到原来的地址继续执行，设置了一个中断地址寄存器IAR，见图1，当信号LIAR为1时，在T3上升沿，将PC 保存在IAR中；当信号IABUS=1时，IABUS中保存的PC送数据总线DBUS，指示灯显示出中断地址。由于本实验系统只有一个断点寄存器而无堆栈，因此只支持一级中断。

中断向量即中断服务程序的入口地址，由数据开关SD7～SD0提供。

一条指令的执行由若干条微指令构成。TEC-8模型计算机中，除指令EI、DI外，每条指令执行过程的最后一条微指令都包含判断位P4，用于判断有无中断发生，如果这时INT=1，则转移到微地址11H，进入中断处理；如果INT=0，则转移到微地址01H，继续取下一条指令。

在11H微指令中，产生INTTDI信号，禁止新的中断发生，产生LIAR信号，将PC的当前值保存在IAR中，产生STOP信号，等待手动设置中断向量。在数据开关上设置好中断地址后，机器将中断向量读到PC后，转到中断服务程序继续执行。

执行一条IRET指令，产生IABUS信号，将断点地址送到DBUS，并产生LPC信号，将地址装入PC，恢复被中断的程序。

发生中断时，开中断由硬件负责，而中断现场的保存和恢复由中断服务程序完成。中断服务程序的最后两条指令一般是开中断EI和中断返回指令IRET。为了保证从中断服务程序能够返回到主程序，EI指令后，不允许立即被中断，因此，EI指令执行过程的最后一条微指令中不包含P4位。

四、实验任务

1． 将下列主程序和中断服务程序的机器代码写出来，此项任务请在预习时完成。：

中断服务程序 主程序

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 地址 | 指令 | 机器代码 |
| 00H | EI |  |
| 01H | INC R0 |  |
| 02H | INC R0 |  |
| 03H | INC R0 |  |
| 04H | INC R0 |  |
| 05H | INC R0 |  |
| 06H | INC R0 |  |
| 07H | INC R0 |  |
| 08H | INC R0 |  |
| 09H | JMP [R1] |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 地址 | 指令 | 机器代码 |
| 45H | ADD R0，R0 |  |
| 46H | EI |  |
| 47H | IRET |  |

2.参照上一实验，将TEC-8连接成一个完整的模型计算机；

3.将程序及数据写入存储器，为了保证程序能够循环执行，应当将R1预先设置为01H。R0的初值为0.

4.将主程序和中断服务程序执行3遍，列表记录中断有关信号的变化情况。特别记录好断点和R0的值。

5.将存储器00H的EI指令改为DI，重新运行程序，记录发生的现象。

五、实验步骤

1.将控制器转换开关拨到微程序位置，编程开关设置成正常位置。

2. 将信号IR4-I、IR4-I、IR6-I、IR7-I、C-I、Z-I依次通过接线孔与信号IR4-0、IR4-0、IR6-0、IR7-0、C-0、Z-0连接，使TEC-8模型计算机成为能够运行程序的整机系统。按实验任务的要求接好线路，打开电源。

3.将程序代码及数据写入存储器，给R0、R1赋初值；

4.执行3遍主程序和中断子程序：

（1）将R0设置成00H，R1设置成01H

（2）将DP=0，即连续状态，按CLR#后，再按QD键，启动程序从00H执行。

（3）按一次PULSE按钮，产生一个中断请求信号PULSE，中断主程序的运行。记录这时的断点PC、在指示灯B7-B0上显示出的R0的值和其他有关中断的信号。

（4）将DP=1，在数据开关上设置中断服务程序的入口地址45H。按QD键，一步一步执行中断服务程序，直到返回到断点为止。

（5）重复（2）-(4)2遍。

（6）将存储器00H的指令改为DI，连续运行程序，按PULSE按钮，观察有什么现象发生。

实验记录表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | PC | uA5~uA0 | A | B | D | C Z | R0 | R2 |
| DP=0 | 第1次按PULSE |  |  |  |  |  |  |  |  |
| DP=1 | ADD R2，R0 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| EI |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| IRET |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| DP=0 | 第2次按PULSE |  |  |  |  |  |  |  |  |
| DP=0 | 第3次按PULSE |  |  |  |  |  |  |  |  |

改为DI后，得到什么结论？

六、实验要求

1． 做好实验预习，填好预习表：

2． 写出实验报告，内容是：

(1) 实验目的；

(2) 实验原理图；

(3) 预习表

(4) 实验记录；

(5) 写出实验心得体会。