

实验七 综合实验

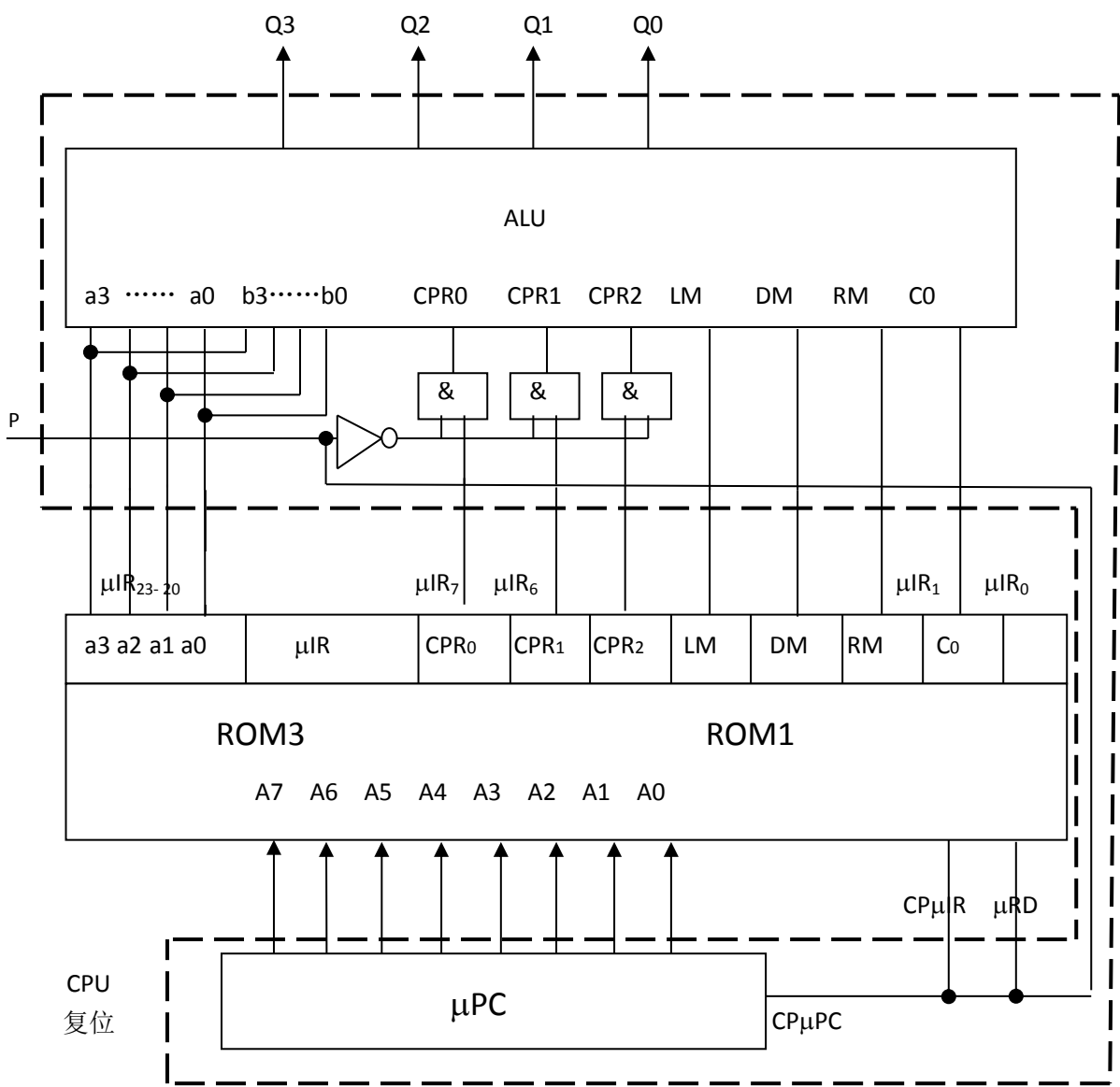
1、实验目的

- (1) 理解和掌握微程序控制下的运算部件的设计；
- (2) 掌握微命令的产生和时序；
- (3) 熟悉运算器功能测试。

2、设计要求

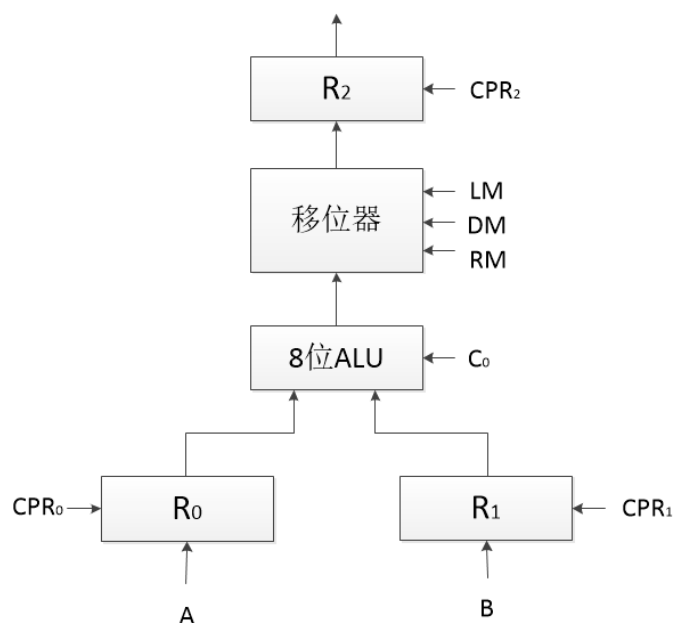
- (1) 利用 8 位 ALU 电路（可以采用多种形式），实现简单算术或逻辑运算
- (2) 两操作数由八位寄存器 R0、R1 提供，其结果放入 R2 中。具体何种操作可由微命令任意设定。

实现框图如下，虚线框内要求同学自主完成设计，并下载到 FPGA 中。

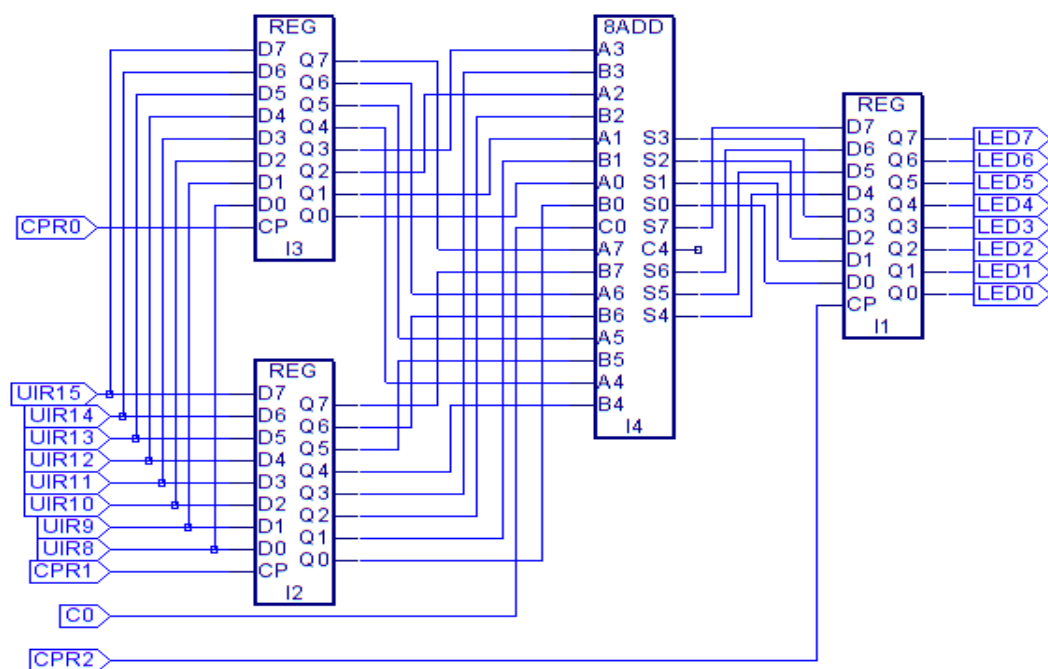


CPU 综合实验结构框图

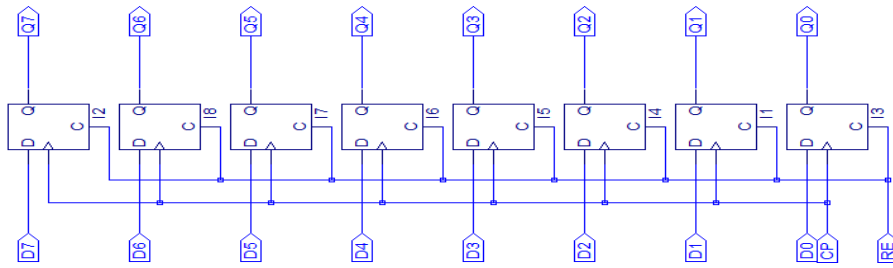
➤ 运算器结构如下图所示：



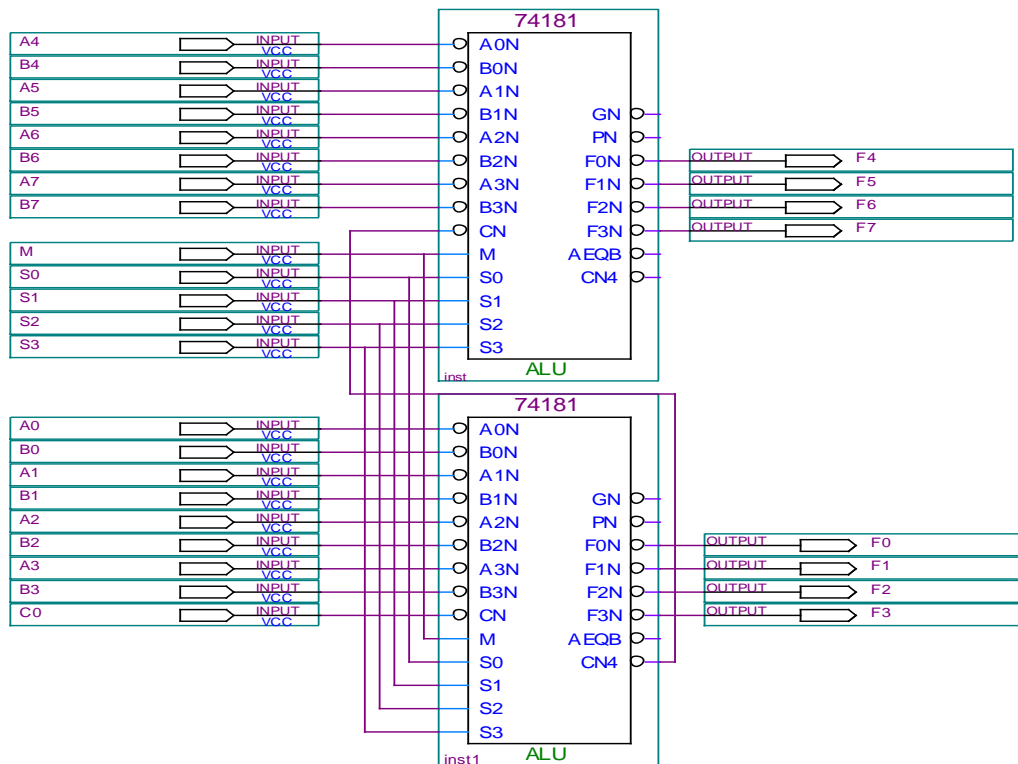
- 其中 R_0 、 R_1 、 R_2 均为 D 触发器组成的八位寄存器，在打入脉冲 CPR_i 的作用下，接收数据输入端提供的信息送入 R_i 中。
- μIR_{23-16} 为微指令寄存器的高八位，可定义为操作数。
- 打入脉冲 CPR_0 、 CPR_1 、 CPR_2 、进位信号 C_0 均由微指令寄存器的低 8 位产生。
- ALU 实现方案：



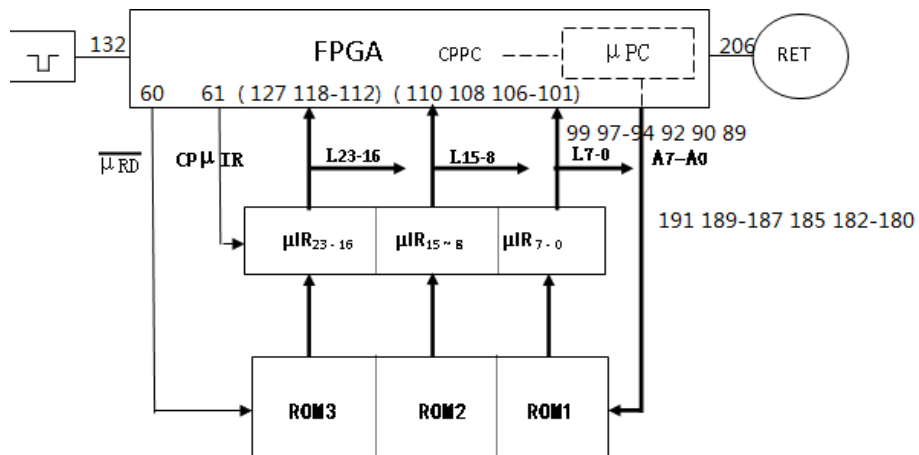
8 位寄存器：



另外一种 ALU 的实现：利用 2 片 74LS181（组间串联或外加一片 74182 实现组间并联）组成 8 位的 ALU，微控制信号相应增多：M、S3、S2、S1、S0。

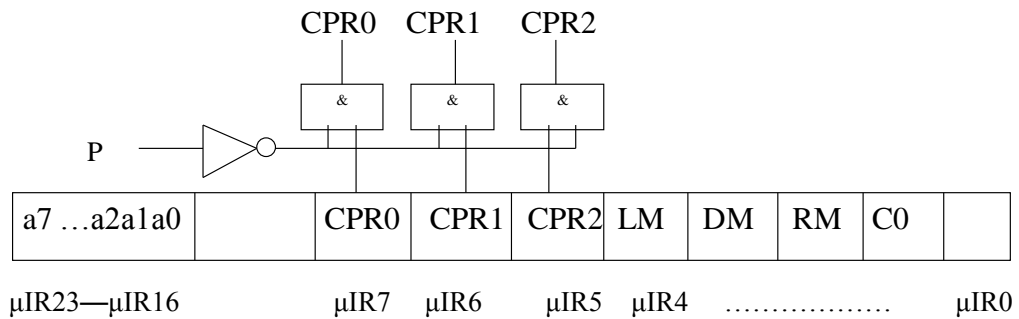


➤ 微程序控制器结构如下图所示



- L23-16、L15-8、L7-0 用于显示微指令寄存器 μ IR23-16、 μ IR15-8、 μ IR7-0 的内容。
- 每当按一次脉冲键便产生一个负脉冲，该脉冲的作用是：
 - 作为读控存的命令 μ RD。
 - 负脉冲当作 CP μ IR，将读出的微指令代码打入 μ IR
 - 负脉冲的上升沿（CPPC）使 μ PC+1 形成下一条微指令的地址。
 - 负脉冲反相后的上升沿作为寄存器打入脉冲（CPRi）。

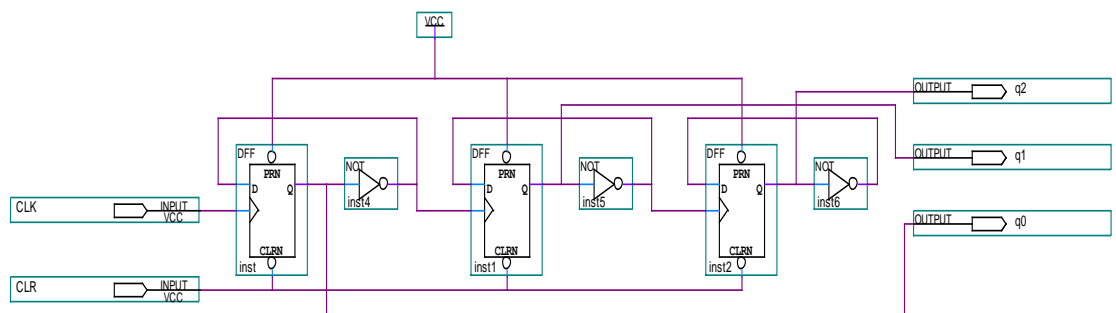
➤ 微指令可确定如下格式：



微指令控制字段分配：

- μ IR₂₃ ~ IR₁₆：定义为 8 位操作数
- μ IR₇：为 1，产生 CPR₀
- μ IR₆：为 1，产生 CPR₁
- μ IR₅：为 1，产生 CPR₂
- μ IR₄：为 1，产生 LM
- μ IR₃：为 1，产生 DM
- μ IR₂：为 1，产生 RM
- μ IR₁：为 1，C0=1；为 0，C0=0

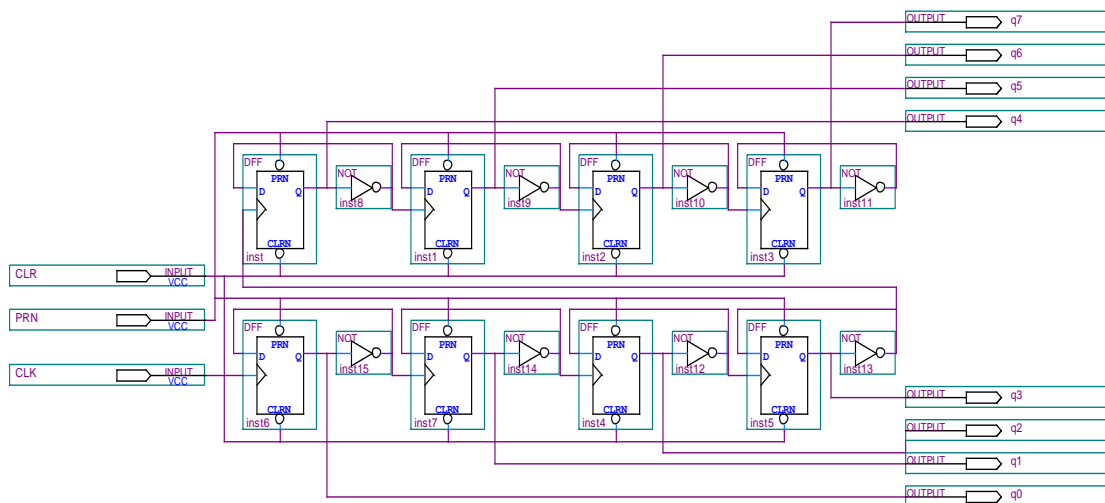
➤ 关于 μ PC 的设计：异步模 8 加 1 计数器的原理图(3 位计数器)



- 功能：

- CLR: 清零端,低电平有效,即若 CLR 接低电平时,q2q1q0=000;
- CLR 接高电平时,对 CLK 增 1 计数,从 000、001。。。111、000 等。

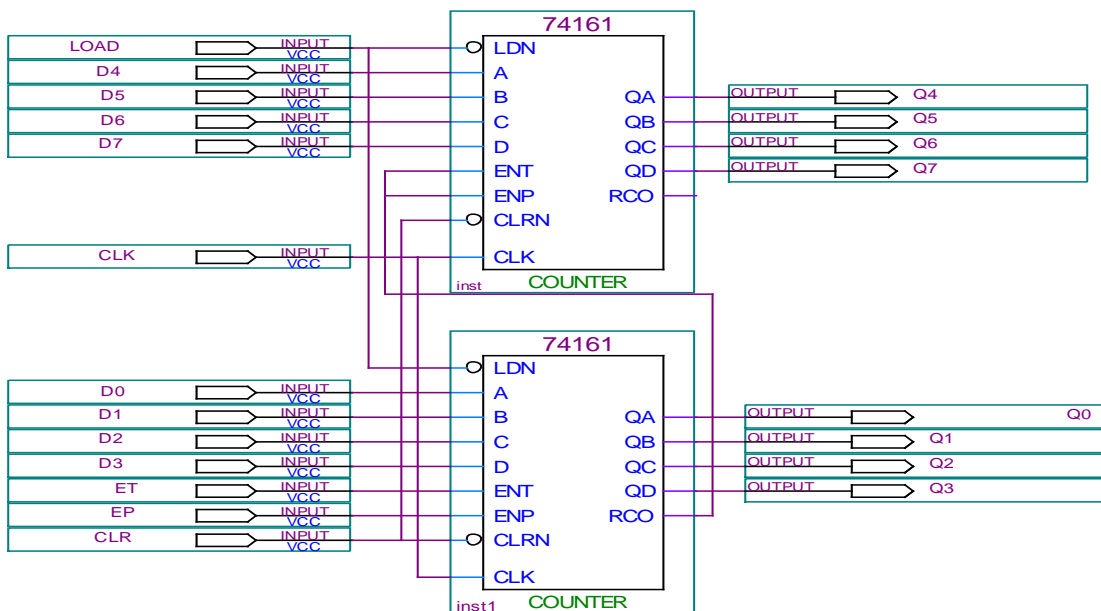
上图扩展为异步模 256 加 1 计数器的原理图(8 位计数器)



8 位的增 1 计数器：对 CLK 增 1 计数。

- CLR: 清零端，低电平有效；CLR=0 时，q7q6q5q4q3q2q1q0=00000000；
- PRN: 置位端，低电平有效；PRN=0 时，q7q6q5q4q3q2q1q0=11111111；

μ PC 的另外一种设计方法（功能更强大）：



- CLR: 清零端，，低电平有效；CLR=0 时，Q7Q6Q5Q4Q3Q2Q1Q0=00000000；
- LOAD: 置数端，低电平有效；LOAD=0 时，在 CLK 的上升沿，Q7Q6Q5Q4Q3Q2Q1Q0=D7D6D5D4D3D2D1D0；

- 当 $CLR=1$, $LOAD=1$, $ET=1$, $EP=1$ 时, 对 CLK 进行增 1 计数。

在整机设计时, 可使用两种方案中的任一种作为 μPC 设计。

3. 调试步骤

1. 把设计的运算器和 μPC 逻辑电路下载至 $FPGA$ 中
2. 编制微程序 (以实现加法运算的指令为例, 按立即数寻址来处理):
 - 例如 $55+AA \rightarrow R_2$
 - 执行步骤:
 - $55 \rightarrow R_0$: $01010101\ 00000000\ 100\times\times\times 0\times$ 即 550080
 - $AA \rightarrow R_1$: $10101010\ 00000000\ 010\times\times\times 0\times$ 即 $AA0040$
 - $R_0+R_1 \rightarrow R_2$: $\times\times\times\times\times\times\times\times\ 00000000\ 001\times\times\times 0\times$ 即 000020
 - 需三条微指令 (每一步骤需一条微指令), 把这 3 条微指令写入 ROM 中。
 - 利用安装的计算机组成原理与系统结构软件把 3 条微指令以十六进制代码写入到控存 $ROM3^\#$ 、 $ROM2^\#$ 、 $ROM1^\#$ 中, 微指令从零号单元开始存放。
 - 执行操作:
 - 按一次 RET 键 (CPU 复位键) 将 μPC 置零。
 - 每按一次脉冲键读出并执行一条微指令。
 - 当微程序执行完时检查并记录结果
 - 若设计的 ALU 输出端有左移、右移、直传的功能, 结果可乘以 2、除以 2。
 - 若设计的 ALU 有逻辑运算、减法功能, 可完成相应的指令 (本次不做硬性要求)。