

---

## 实验五：多功能电子钟系统设计

### 1. 实验名称

多功能电子钟系统设计。

### 2. 实验目的

采用传统电路的设计方法，对给定的要求进行逻辑电路的设计，并利用工具软件 logisim 的虚拟仿真来验证本设计是否达到要求。

通过以上实验的设计、仿真、验证 3 个训练过程使同学们掌握小型电路系统的设计、仿真、调试方法以及电路模块封装的方法。

### 3. 实验所用设备

Logisim2.7.1 软件 1 套，微型计算机 1 台。

### 4. 课时

课内 8 个课时，课外 8 个课时。

### 5. 实验内容

设计场景：多功能数字钟是一种用数字显示秒、分、时的计时装置，其基本功能如下：

- (1) 显示时、分、秒；
- (2) 可以切换 24 小时制或 12 小时制（上午和下午）；
- (3) 整点报时，整点前 10 秒开始，整点时结束；
- (4) 单独对“时、分”计时校准，分钟值校准时不影响小时值；
- (5) 闹钟，到设定时间提醒 10 秒。

使用 Logisim 软件对你设计电子钟电路进行虚拟仿真验证，具体要求如下：

（采用 Logisim 软件提供的“时钟频率”为 8hz 的信号源。）

#### (1) 具有校准计数值的六十进制计数器电路

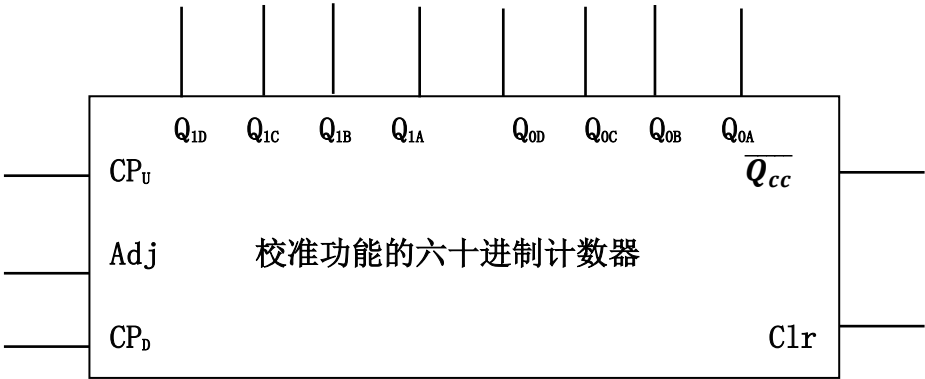
采用实验二所设计的“四位二进制可逆计数器”这个“私有”元件和相应元器件，设计一个具有对计数值进行校准的六十进制计数器，并进行封装，该计数器封装图如图 5.1 所示。

具体要求：

- (a) 封装后的电路输入：一个累加计数脉冲输入端  $CP_U$ 、一个累减计数脉冲输入端  $CP_D$ 、清零输入信号  $Clr$ 、一个计数值校准输入控制信号  $Adj$ ；
- (b) 封装后的电路输出为输出八个计数器状态输出值  $Q_{1D} Q_{1C} Q_{1B} Q_{1A} Q_{0D} Q_{0C} Q_{0B} Q_{0A}$ （测试电路中要接 16 进制数字显示器），进位输出信号  $\overline{Q_{cc}}$ ；
- (c) 当  $Adj=1$  时，可以通过  $CP_U$ 、 $CP_D$ ，对计数值进行加、减调整来设

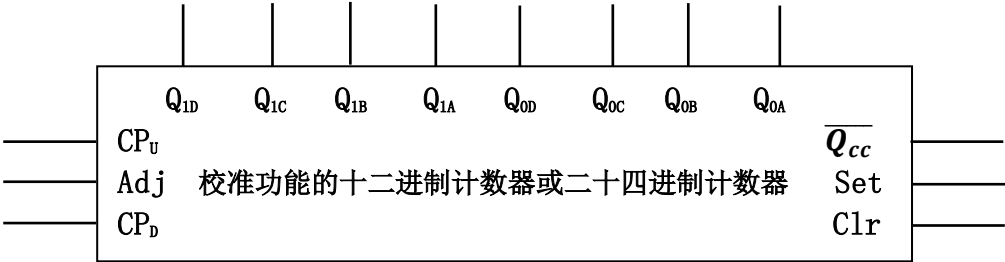
置当前时间，递减的时候不需要循环，回到 0 即可，递增的时候需要可以循环；

- (d) 当 Adj=0，通过输入脉冲 CPU 计数器累加计数，每当累计满 60 产生一个进位输出信号  $\overline{Q_{cc}}$ ；
- (e) Clr 为 1 时，计数器清零；
- (f) 计数器的输出为两位 8421 码；
- (g) 封装后做出测试电路，测试电路要外接 16 进制显示器，CPU、CPD 接按钮。



(2) 具有校准计数值的十二进制计数器或二十四进制的计数器电路

采用 (1) 设计的六十进制计数器和相应元器件，设计一个具有对计数值进行校准的十二进制计数器或二十四进制的计数器，并进行封装，该计数器封装图如图 5.2 所示。



具体要求：

- (a) 封装后的电路输入：一个累加计数脉冲输入端 CPU、一个累减计数脉冲输入端 CPD、清零输入信号 Clr、一个计数值校准输入控制信号 Adj、12 小时计时或 24 小时计时控制信号 Set；
- (b) 封装后的电路输出为输出八个计数器状态输出值 Q1D Q1C Q1B Q1A Q0D Q0C Q0B Q0A（测试电路中要接 16 进制数字显示器），进位输出信号  $\overline{Q_{cc}}$ ；
- (c) 当 Adj=1 时，可以通过 CPU、CPD，对计数值进行加、减调整来设

置当前时间；递减的时候不需要循环，回到 0 即可，递增的时候需要可以循环；

(d) 当 **Adj=0**，通过输入脉冲 **CP<sub>U</sub>** 计数器累加计数，每当累计满 12 或 24（根据计数制）产生一个进位输出信号  $\overline{Q_{cc}}$ ；

(e) **Clr** 为 1 时，计数器清零；

(f) 当 **Set=0**，12 小时计时；当 **Set=1** 时，24 小时计时；

(g) 计数器的输出为两位 8421 码；

(h) 封装后做出测试电路，测试电路要接 16 进制显示器，**CP<sub>U</sub>**、**CP<sub>D</sub>** 接按钮。

### (3) 显示“上午”、“下午”的电路

设计一个采用“Led 点阵”显示器和相应元器件以“上”和“下”的形式表示电子钟的“上午”和“下午”的电路，并封装，文字显示如图 5.3 所示。封装图如图 5.4 所示，测试电路如图 5.5 所示。

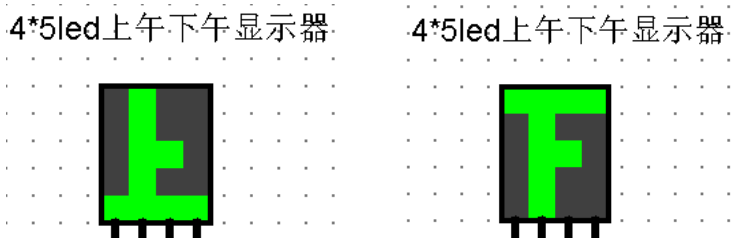


图 5.3 led 点阵显示器

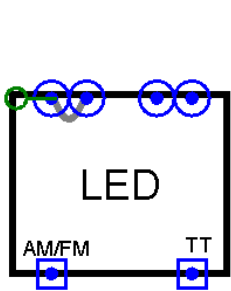


图 5.4 led 点阵封装图

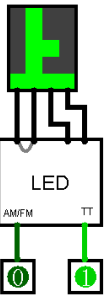


图 5.5 led 点阵测试图

具体要求：

(a) 封装后的电路输入为：一个上下午显示控制信号 **AM/FM**、计时控制 **TT**；

(b) 封装后的电路输出为 4 个五位的数据，用以接 4\*5Led（4 列×5 行）显示器；

(c) **AM/FM=0**，显示“上”； **AM/FM=1**，显示“下”；

(d) **TT=0** 时，24 小时计时，此时“上、下午”显示屏全灭；**TT=1** 时，12 小时计时，此时根据具体时间显示“上”或“下”；

(e) 封装时 Led 显示屏不封装在内；

(f) 封装后做出测试电路，外接 Led 显示屏。

#### (4) 电子钟整点报时电路

设计一个 10 秒的整点报时电路，并进行封装，该电路在整点前 10 秒（59 分 50 秒）被触发，发出报时信息（用 Led 灯的亮灭来表示），报时 10 秒结束。

#### (5) 秒计时脉冲产生电路

按要求以 Logisim 软件的 8hz 信号作为电路震荡源，设计一个输出为 1hz 的脉冲信号电路，并封装，逻辑符号如图 5.6 所示，它成为秒计数器的计数脉冲信号。

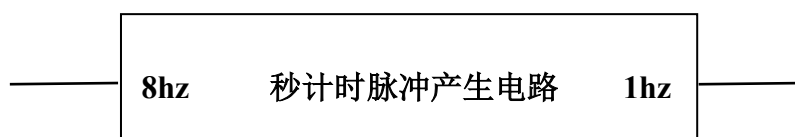


图 5.6 秒计时脉冲产生电路

#### (6) 闹钟（选做）

设计定时起闹（闹钟）电路，并封装。

具体要求：

- (a) 可设置闹钟起闹时间，具体到小时和分钟，在测试电路中要用 16 进制数字显示器显示；
- (b) 在设定的起闹时间，闹钟开始响铃，十秒后结束；
- (c) 闹铃用 Led 灯的亮灭表示；
- (d) 有控制端可以启用或关闭闹钟。

#### (7) 多功能数字钟电路

充分利用 (1) ~ (6) 设计的“私”有元件和相应元器件，设计满足多功能电子钟“设计场景”要求的电路，并封装，封装图如图 5-7 所示，测试图如图 5.8 所示。

(a) 输入信号有“Set”、“CPU、CPD”、“Adj0、Adj1”、“Clr”、“8hz 信号”；输出信号为“小时”、“分”、“秒”对应的 6 个 8421 码、“闹钟”和“整点”输出信号以及控制“上、下午”显示的信号；

(b) “Set”为“小时计数器”输入信号，当 Set=1 时，计数器为二十四进制计数器，Set=0 为低电平时为十二进制计数器；十二进制和二十四进制转换时时间需对应；

(c) “CPU、CPD”为计数器计数值进行手动加、减调整的输入脉冲信号；

(d) “Adj0”为计数器计数值进行校准的输入控制信号，Adj0=0，表示

不调整时钟；Adj0=1，表示调整时钟，在调整时钟时，不产生任何进位信息（秒不向分进位，分不向小时进位）；

(e) “Adj1”为计数器计数值进行校准的选择输入控制信号，Adj1=0，表示调整小时；Adj1=1，表示调整分钟；

(f) “Clr”为计数器的清除信号，同时对小时、分、秒清零；

(g) “8hz 信号”为电子钟脉冲输入信号；

(h) 输出的时间小时、分和秒分别为 6 个 8421 码；

(i) “Led 点阵”显示器分别对应“上、下午”输出信号；

(j) 两个“发光二极管 (Led 灯)”分别对应“闹钟”，“整点”输出信号。

(k) 如果选做闹钟，“Alarm”为输入的时间设定提醒值（闹钟值）；

(l) 封装后做出测试电路，测试电路中小时、分和秒要接 16 进制显示器，CPU、CPd 接按钮，CP 接时钟源，闹钟和定点报时接 Led 灯，Led 显示屏接 Led 显示屏，其余接输入引脚。

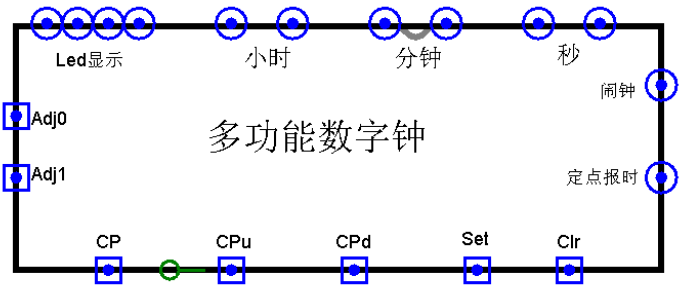


图 5.7 电子钟的“输入、输出检查要求”

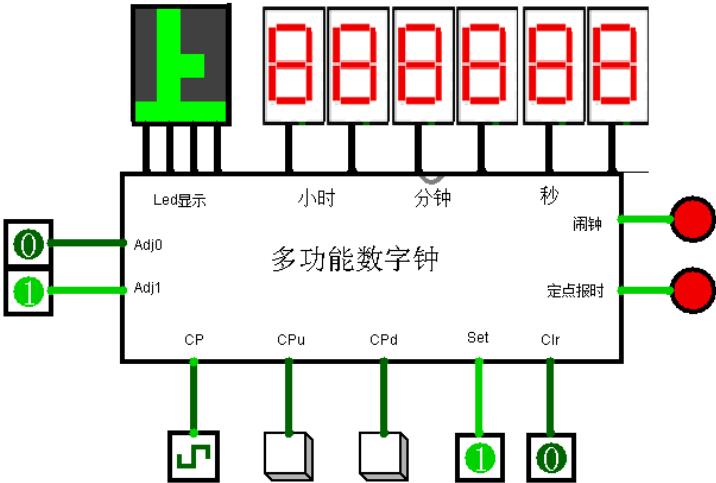


图 5.8 电子钟的测试电路

## 6. 实验方案设计

要求：(1) 给出设计过程或设计思路；(2) 画出电路图。

## 7. 实验结果记录

要求：封装后各电路后，截取带有“Logisim”软件仿真调试信息的电路图。

## 8. 实验后的思考

- (1) 实验的难点在哪些方面？
- (2) 如何解决这些难点？

## 9. 实验结果提交

要求：

- (1) 本次实验的全部电路都在同一个 Logisim 文件中，子电路结构如图 5.9 所示；

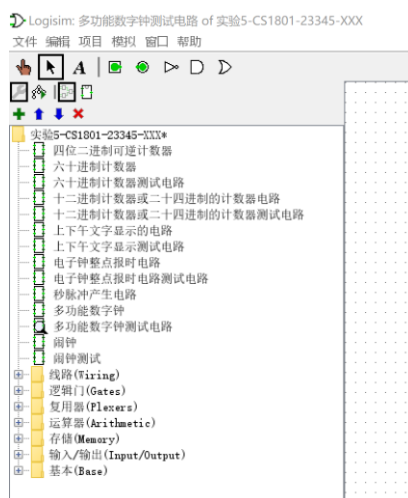


图 5.9 实验五子电路结构

注意，所有的测试电路都是指封装之后加入外部的输入输出信号的电路。此外，四位二进制可逆计数器可以从实验二中将电路复制进来，也可以将实验 2 的电路作为库加载进来。

- (2) 打印检查表并填写姓名等相关信息，实验验收完成后当堂提交。
- (3) 上交 Logisim 电路文件，命名格式：实验 5-班级-学号-姓名。
- (4) 提交实验报告，命名格式：电子钟-班级-学号-姓名。实验报告模板即为本文件去掉“9. 实验结果”部分。