

- (3) 根据实验要求总结并列出各逻辑功能表。
- (4) 实验过程中你是怎样排除故障的? 说明实验收获。

## 4.5 数 字 钟

### 4.5.1 实验目的

- (1) 熟悉数字系统的分析和设计方法。
- (2) 掌握合理选择集成电路、正确选择仪器的方法。
- (3) 提高学生对电路的连接、检查及排除故障的能力。
- (4) 培养学生书写综合实验报告的能力。

### 4.5.2 实验仪器及设备

- (1) 数字电路实验箱 1 台
- (2) 示波器 1 台
- (3) 万用表 1 块
- (4) 集成元件: CC4060, 74LS00, 74LS86, 74LS74, 74LS00, 74LS196。
- (5) 电阻、电容、晶振、面包板或点阵式电路板、导线若干条等。

### 4.5.3 预习要求

- (1) 熟悉数字钟各部分的原理。
- (2) 分析校时电路的功能是否符合设计要求。
- (3) 掌握检查石英晶体振荡电路和分频电路的方法。

### 4.5.4 实验原理

数字钟是一种能够用数字显示时间的计时装置,是由数字集成电路构成的计时器。它具有“时”“分”“秒”计时和显示时间功能。它结构简单、走时准确、显示直观及无机械传动噪音等优点。它由石英晶体振荡器、分频器、计数器、译码器、显示器和校时电路等组成,数字钟的原理方框图如图 4.5.1 所示。石英晶体振荡器产生的标准信号送入分频器,分频器将时钟信号分频为每秒一次的方波作为秒信号送入计数器进行计数,并将设计的结果以“时”“分”“秒”的数字显示出来。其中“秒”“分”的显示数字由两级计数器、译码器和显示器组成的六十进制计数器实现。而“时”的显示器则由两级计数器、译码器和显示器组成的二十四进制计数器电路实现。

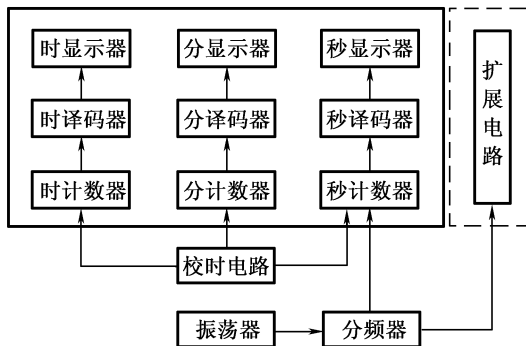


图 4.5.1 数字钟的原理方框图

#### 4.5.5 实验内容及步骤

设计要求及技术指标:

(1) 完成数字钟的设计,具有一般钟表的功能,即能显示“时”(显示 00 ~ 23)、“分”(显示 00 ~ 59)、“秒”(显示 00 ~ 59)数字。

(2) 手动校时,能分别进行“时”“分”“秒”的校正。

(3) 利用中、小规模集成电路进行设计,实现所选定的内容及电路。

(4) 选做:闹钟系统、整点报时。

要求完成的任务:

(1) 根据题目要求设计各部分电路。

(2) 进行组装、调试设计电路,检查测试设计指标。

(3) 写出设计、安装、调试、测试指标全过程的实验报告。

##### 1. 石英晶体振荡电路和分频电路

(1) 石英晶体振荡器是数字钟的核心部分。石英晶体振荡器的特点是其频率稳定度很高,且电路结构简单,因此,数字钟也有很高的计时准确度和稳定性。石英晶体振荡器的振荡频率一般很高,要经分频器分频,变为计时基本单位秒基准信号。图 4.5.2 所示石英脉冲源由 14 级二进制计数器 CC4060 和晶体、电阻、电容网络构成。CC4060 内部含有构成振荡器的门电路。通过外接元件构成了一个振荡频率为 32 768 Hz 的典型

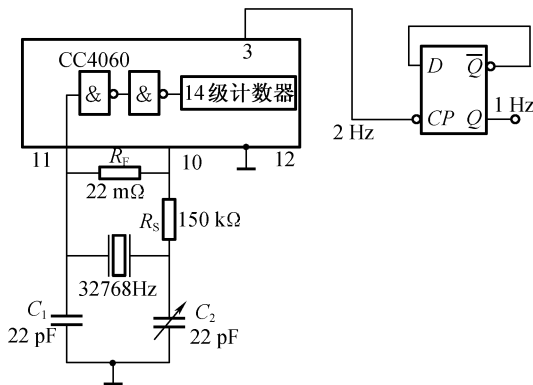


图 4.5.2 晶体振荡器和分频器

石英晶体振荡器。该脉冲源的输出直接送到 14 级计数器,在输出端可以得到 0.5 s 脉冲。

(2) 分频器的功能有两个:一个是产生标准的时脉冲信号;另外一个提供功能扩展电路所需要的频率信号。利用石英晶体振荡器输出中的 0.5 s 脉冲输入到 D 触发器构成的一位二进制分频器的 CP 端,在输出端得到 1 Hz 的信号。

(3) 调试要点:按图 4.5.2 接线,用示波器检查石英晶体振荡器是否起振,观察波形和频率是否符合要求。

##### 2. 计数电路

(1) 秒脉冲信号经过 6 级计数器,分别得到“秒”“分”“时”的计时位。“分”“秒”为 60 进制计数器,个位为 10 进制,十位为 6 进制。因此 60 进制的分计数器和秒计数器都可以分别用两个计数器组合而成,第一块计数器是 10 进制计数器,作为个位计数。第二块计数器是 6 进制计数器,作为十位计数器。小时为 24 进制计数器,但时个位为 4 进制,十位为 2 进制。

(2) 60 进制和 24 进制计数器都采用 74LS196 块来实现。实现的方法采用反馈归零法。(本实验也可以采用 74LS160、74LS290 等其他计数器来完成)。如图 4.5.3 和图 4.5.4 所示。

(3)调试要点:按图 4.5.3 和图 4.5.4 接线。将 1 Hz 秒脉冲信号分别送入各计数器,检查工作状态。

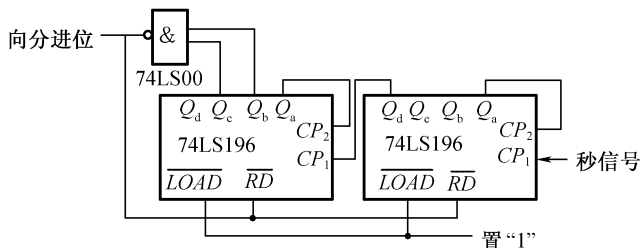


图 4.5.3 60 进制计数器

### 3. 译码、显示电路

(1)数字显示电路是数字电路中的一部分,由译码器、驱动器和显示器等部分组成。译码就是把给定代码进行翻译,变成相应的状态,用于驱动 LED 七段数码管,只要在它的输入端输入 8421 码,七段数码管就能显示十进制数字。如图 4.5.5、图 4.5.6、图 4.5.7 所示。

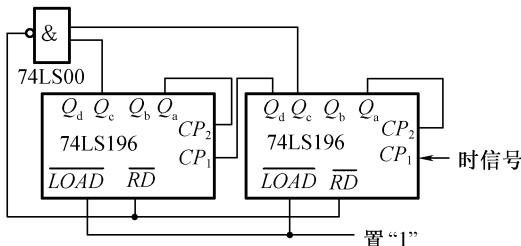


图 4.5.4 24 进制计数器

(2)实验中的译码电路用 74LS247/48,其功能是将“时”“分”“秒”计数器中计数状态(8421BCD 码)翻译成七段数码管来显示十进制所要求的电信号,然后经数码显示器,把数字显示出来。

(3)调试要点:按图 4.5.6 或图 4.5.7 接线,检查工作状态。

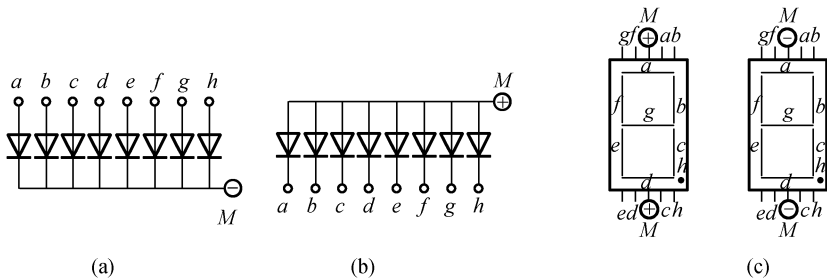


图 4.5.5 LED 数码管

(a) 共阴极连接;(b) 共阳极连接;(c) 符号及引脚功能

### 4. 校时电路

实际的数字钟电路由于秒脉冲信号的精确性不可能做到完全准确无误,加之电路中的其他原因,数字钟会产生走时误差的现象,因此,电路中就应该有校准时间功能的电路。

(1)当刚通电源或者时钟走时出现误差时,都需要进行时间的校准,校时是数字钟应具备的基本功能。校时电路如图 4.5.8 所示。

(2)校时电路中  $K_1, K_2, K_3$  接到电平开关,  $K_4$  接拨动开关,门 3 和门 4 组成基本 RS 触

发器。以手动的方式产生校时单脉冲,由于机械触点动作时会产生开关抖动,因此采用 RS 触发器消除抖动。 $K_1, K_2, K_3$  分别用于实现对“时”“分”“秒”的校准。

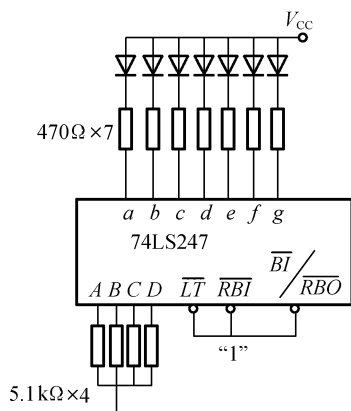


图 4.5.6 共阳极连接

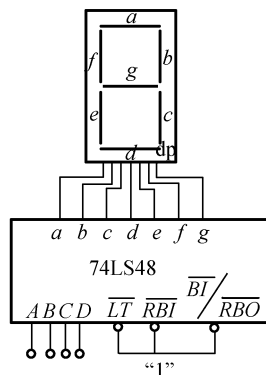


图 4.5.7 共阴极连接

(3) 调试要点:按图 4.5.8 接线,工作过程是这样的,当  $K_1$  打开时,用手拨动  $K_4$  开关,当手来回拨动一次,就增加 1。根据需去拨动开关的次数。当时间调准后,  $K_1$  就闭合。校分时  $K_2$  打开,校秒时  $K_3$  打开,方法同校时一样。

数字钟原理总图如图 4.5.9 所示。

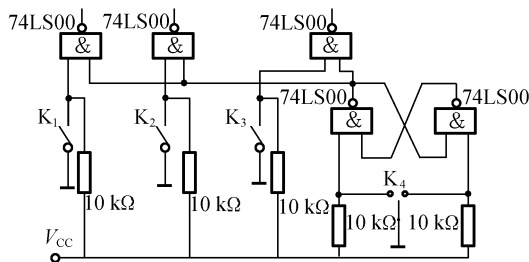


图 4.5.8 校时控制电路

#### 4.5.6 注意事项

- (1) 实验中首先对各部分电路进行检查,正确后再连接总电路图。
- (2) 利用示波器检查石英晶体振荡器是否起振,观察波形和频率是否正确。
- (3) 接通电源要注意观察电路工作状态,如有疑问及时关闭电源,请教指导老师。

#### 4.5.7 思考题

- (1) 叙述数字钟各部分的原理。
- (2) 利用示波器如何测量晶体振荡电路的频率值?
- (3) 说明数字钟清零和校时、校分、校秒的功能。

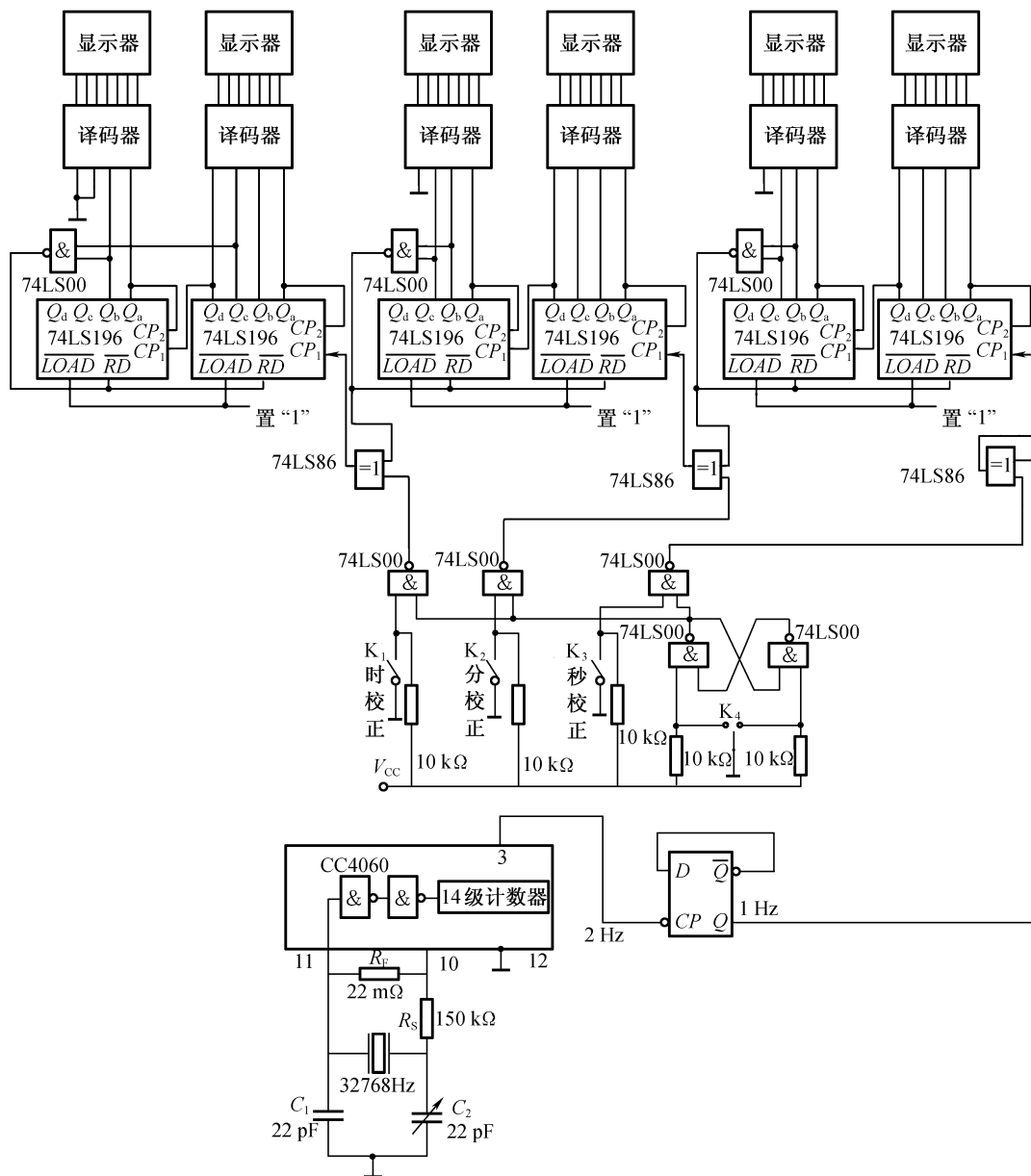


图 4.5.9 数字钟原理图

#### 4.5.8 实验报告要求

- (1) 记录用示波器测量石英晶体振荡器电路中的波形和频率。
- (2) 测试 D 触发器的 Q 端输出频率值。
- (3) 叙述对检查分频电路及各级计数器的工作情况。
- (4) 说明调试校准电路的过程。
- (5) 对实验过程中出现的问题进行分析、讨论,说明实验收获。