



南京航空航天大学

数字电路课程设计

题 目

多功能数字闹钟

学生姓名

学 号

学 院

专 业

班 级

指导教师

二〇二〇年十二月

本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

一、设计任务与要求

设计并制作一个带有可定时起闹功能的数字闹钟

基础要求：有“时”、“分”十进制显示，“秒”使用发光二极管闪烁表示。以24小时为一个计时周期，走时过程中能按预设的定时时间（精确到小时）启动闹钟，以发光二极管闪烁表示，起闹时间为3s~10s

选做要求：①星期显示；

②时间校准；

③秒显示；

④整点闪烁；

⑤“12”、“24”小时切换显示

⑥“8”、“9”、“18”、“19”起闹时间

二、实验仪器及主要器件

实验仪器：函数信号发生器，示波器，直流稳压电源，万用表

主要器件：	74LS163	7片
	74LS00	6片
	74LS20	1片
	74LS138	2片
	CD4511	5片

LM555 1片
本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

74LS123	1 片
LED 共阴极显示器	5 片
发光二极管	3 个
1.5k、2.4k 电阻	1 个
51k 电阻	2 个
220 μ F 电容	3 个
47 μ F 电容	1 个
500 Ω 保护电阻	若干
滤波电容	若干
轻触开关	1 个

三、设计原理、方案

①标准时间源即秒信号发生器：

采用 LM555 构成多谐振荡器，调整电阻可改变频率，使之产生 1Hz 的脉冲信号（即 $T=1S$ ）

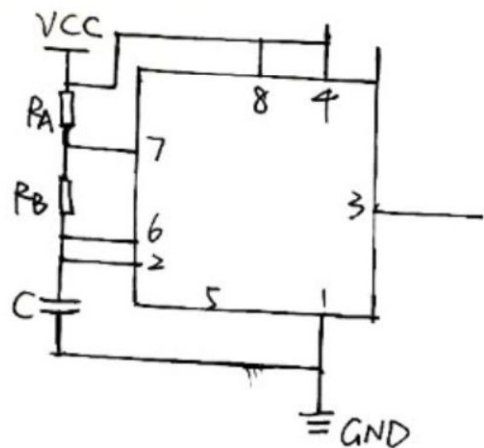
$$T=0.7 (R_A+2R_B)C$$

$$T=1S, C=220\mu F$$

$$\text{计算得 } R_A+2R_B \approx 6.5K$$

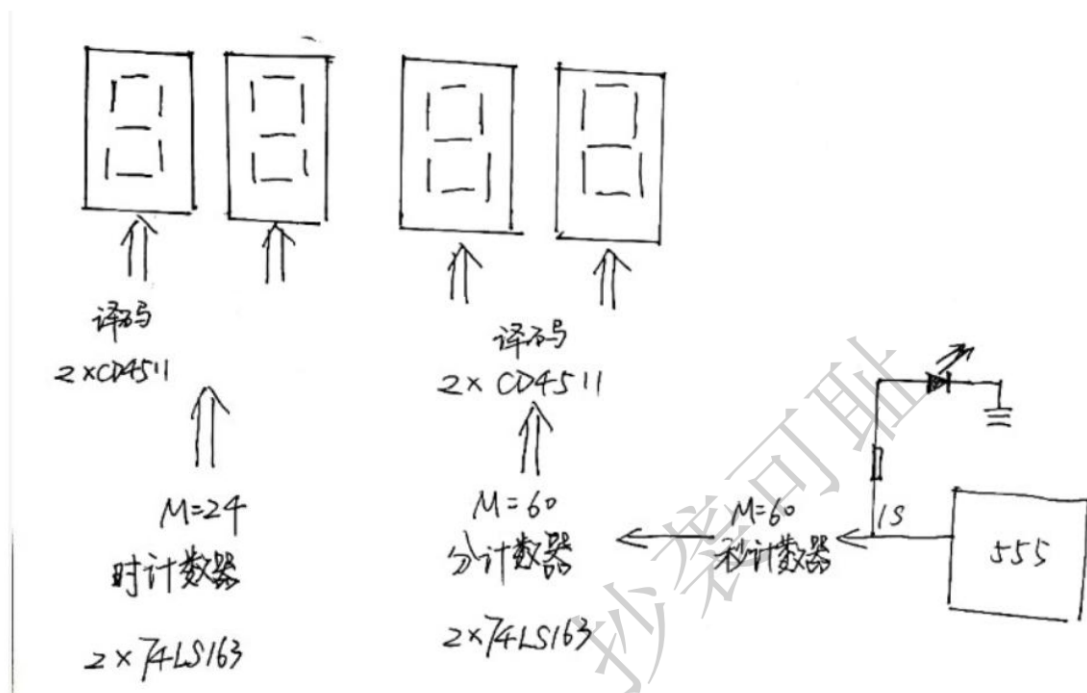
$$\text{取 } R_A=1.5K, R_B=2.4K$$

连接图如右图：



②计时部分：

原理图：本资源免费共享 收集网站 nuaa.store



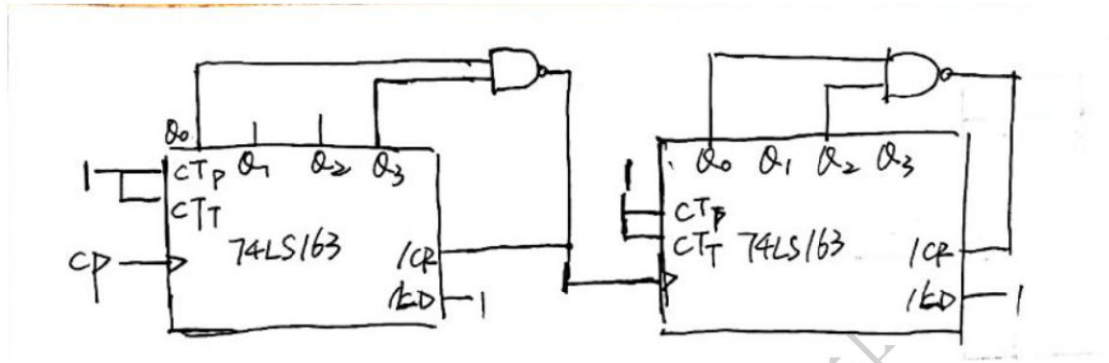
方案：

分和秒 cp 信号采用异步方式，小时的 cp 信号采用同步的方式。

1、秒和分接法相同，以秒的 74LS163 接法为例

秒的个位 cp 信号来源于标准时钟源即 LM555 输出信号，其清零的信号由输出端 Q_0 、 Q_3 连接与非门产生，在个位显示 9 即 Q_0 、 Q_3 同时输出 1 时，与非门产生低电平信号，在下一个 cp 上升沿输入时，输入端清零，完成 0 到 9 的循环。

秒的十位的 cp 信号来源于个位清零的信号，在秒输入端由 9 变为 0 的同时，清零端信号由 0 变为 1，产生上升沿 cp 信号给十位 cp 信号，使得十位计数。十位的清零信号则是由 Q_0 、 Q_2 连接与非门产生，在十位显示 5 即 Q_0 、 Q_2 同时输出 1 时，与非门产生低电平信号，在下一个 cp 上升沿输入时，输入端清零，完成 0 到 5 的循环。连接原理图如下图所示

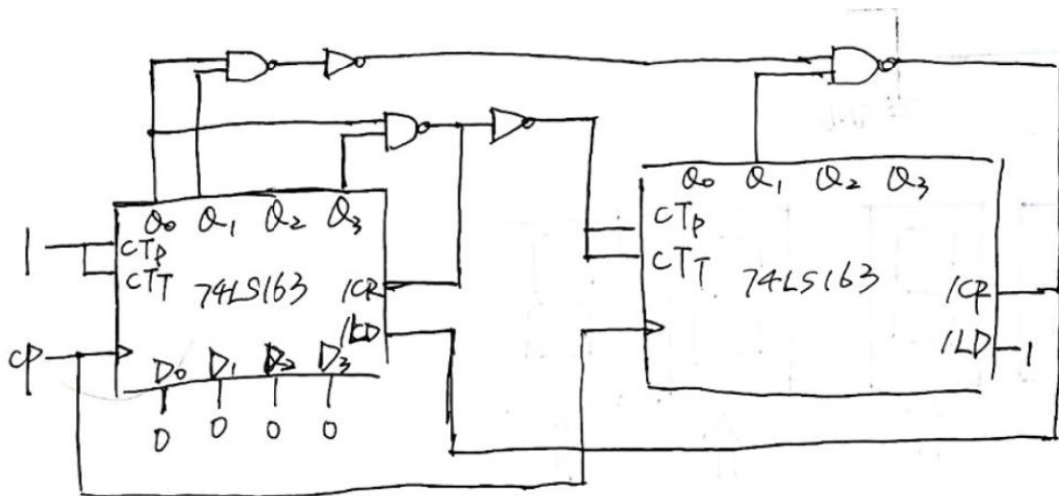


2、小时部分

小时的个位和十位的时钟信号均由分的十位清零信号提供。个位的清零信号和置数端信号均由与非门产生，清零信号即实现个位达到 9，在下一个 cp 上升沿到来清零。置数信号则实现十位达到 2 时，在下一个 cp 上升沿到来置数（置数端预设 0000 即实现清零功能），从而实现小时显示的个位要求。

十位的清零信号由与非门产生，实现十位到达 2 时，同时要求个位到达 3 时，下一个 cp 上升沿到来清零。

连接原理图如下图所示



3、星期部分

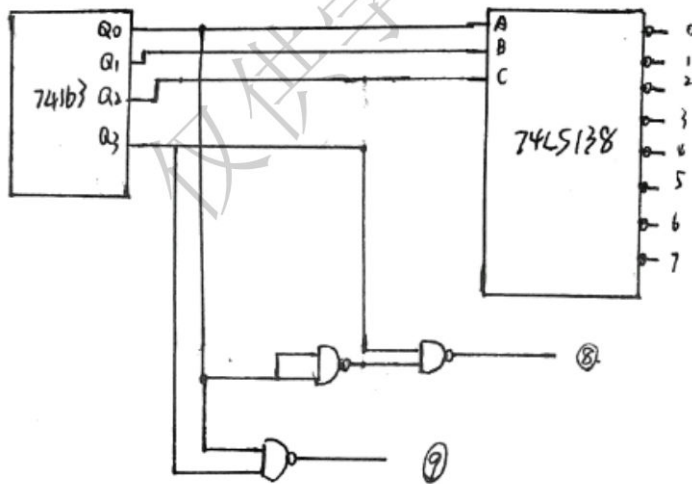
星期部分 cp 信号由小时十位的清零端信号提供。不同的是，星期的清零端并不投入使用，置数端在显示 7 时即 $Q_0Q_1Q_2$ 为 111 时，在下一个 cp 上升沿到来时实现置数（置数端预设 0001），从而实现 1 到 7 的循环和星期正常显示。

原理图如下

③起闹部分

1、起闹设置

由于个位使用 1 片 74LS138 只能从 0 到 7，译码输出 8 个输出，从而会导致个位 8 和 9 无法设计起闹的情况。因此，需要加入与非门解决。连接原理图如下图所示



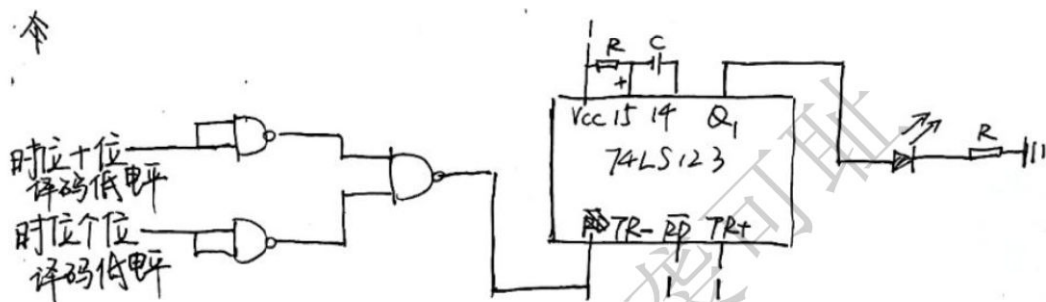
利用与非门达到当 Q_0, Q_3 输出 1 时，为个位 9 启闹，同理， Q_0 输出 0， Q_3 输出 1 时为个位 8 启闹。

其余起闹，由 74LS138 $Q_0Q_1Q_2$ 与 74LS163 $A_0A_1A_2$ 相连接即可实现要求。

2、123 起闹闪烁部分

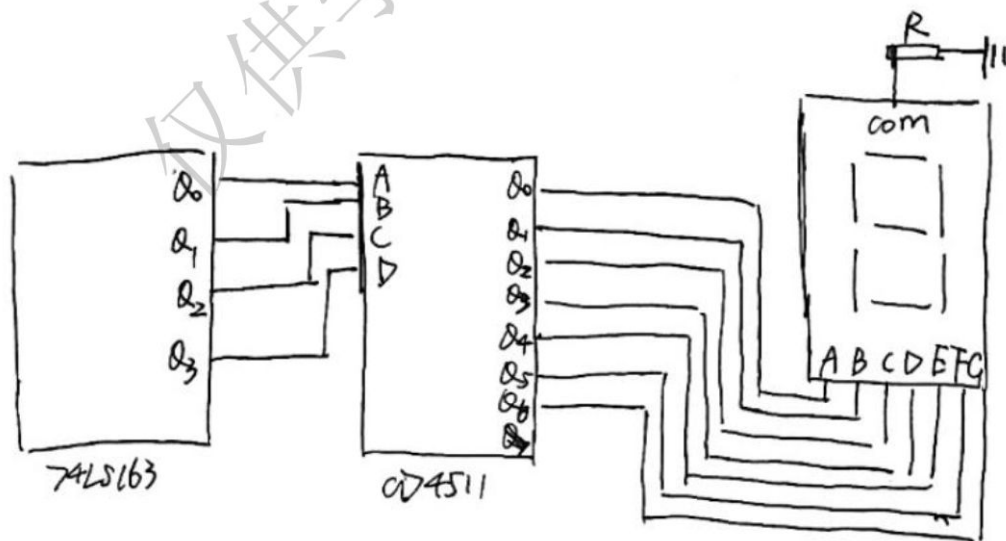
设计原理：3-8 线译码器的低电平经过与非门有效输出给

74LS123, 123 配置为下降沿触发, 产生一段周期性 (通过调节电阻电容可改变) 的高电平, 使发光二极管亮一段时间。原理图如下图所示



④显示部分

借助 CD4511 将 74LS163 的输出信号译码并使其能传输到 LED 共阴极数码管实现显示。连接原理图如下图所示

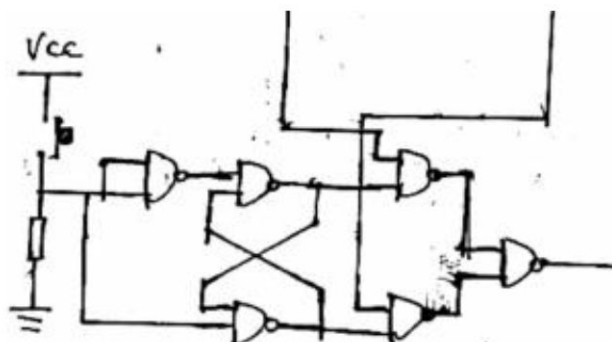


⑤校时部分

由 RS 触发器和与非门构成, 选择时钟输入, 分时钟选择输入秒进位或秒时钟, 时时钟选择输入分进位或秒时钟, 用下拉电阻与轻触开关串联和非门改变电平, 从而改变 RS 触发器状态, 按下轻触开关接入秒时钟, 数码管数字以秒增加, 到

达预设点后放开开关即正常计时。

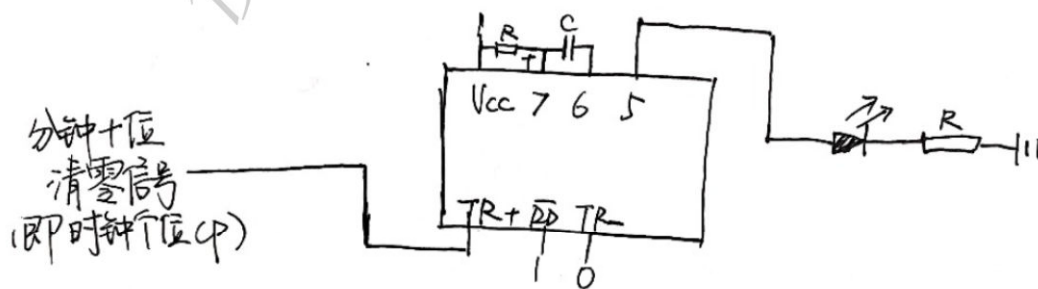
如下图所示：



⑥整点闪烁部分

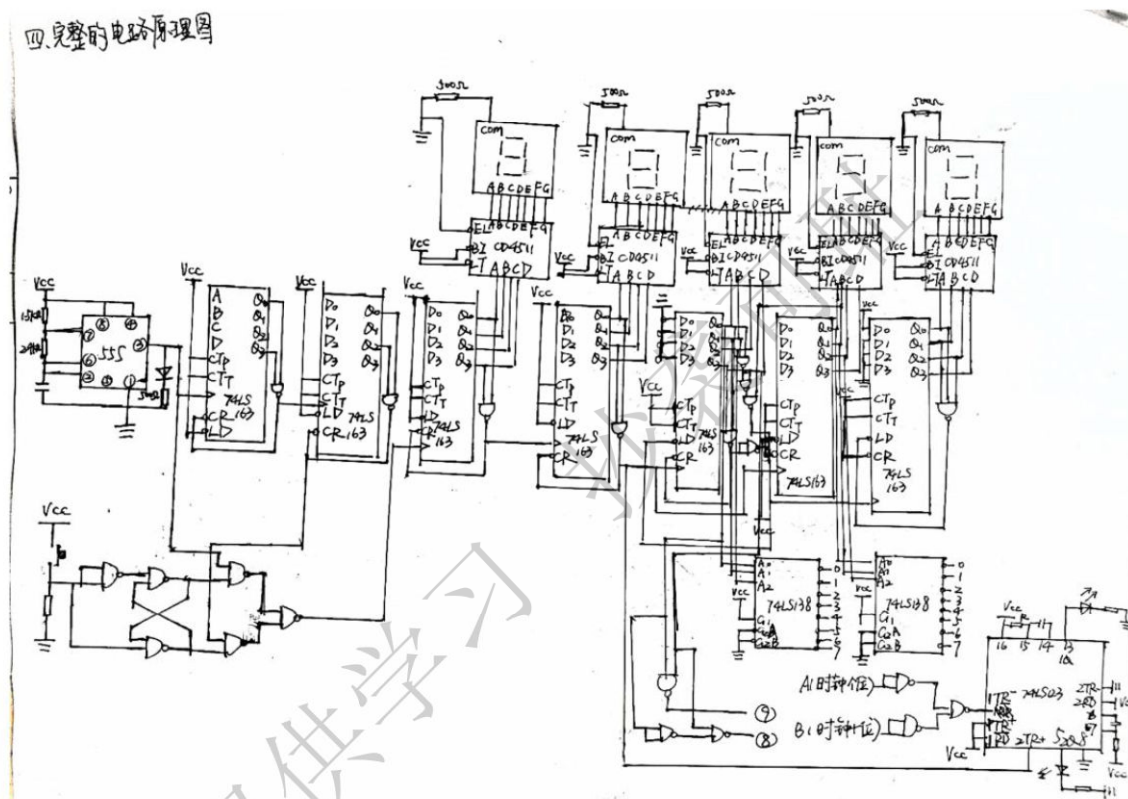
123 具体原理在起闹闪烁部分已经介绍。功能的实现由 123 配置为上升沿触发，TR+输入端输入信号由分钟十位清零端的传输信号输入，从而实现分钟部分清零，发光二极管点亮。

连接原理图如下图所示

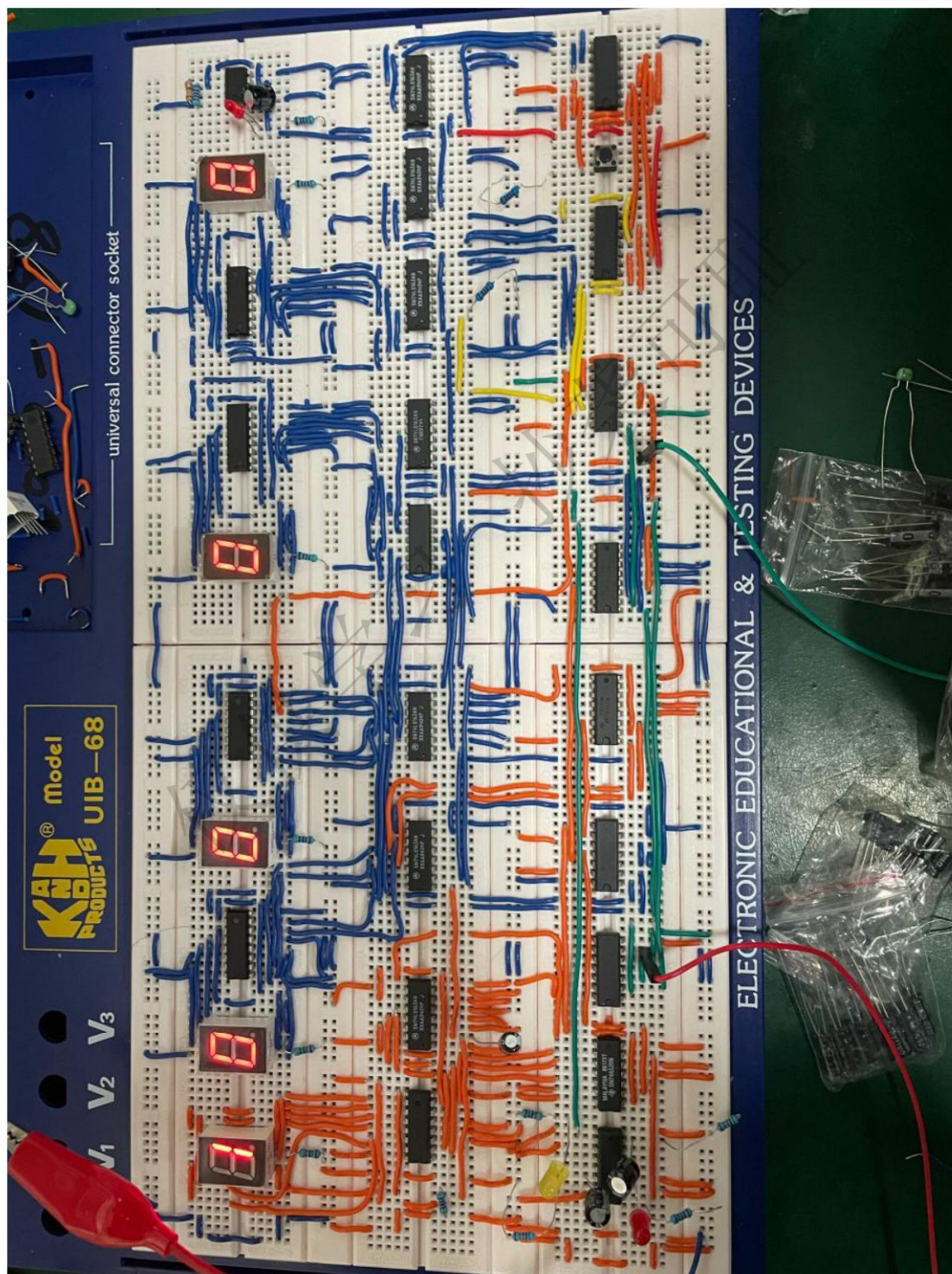


四、完整的电路原理图

如下图所示



实物图照片如下图



本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

五、调试方法与过程

方法：1. 确保秒信号正常（555 电路输出信号可用示波器检验是否正常）

2. 调试秒计数器

3. 调试分计数器，可将秒信号作为分计数器的 cp 脉冲

4. 调试小时计数器，可将分信号作为小时计数器的 cp 脉冲

5. 调试闹钟电路（cp 脉冲可用函数信号发生器提供）

具体过程：

① 单一元器件调试

元器件正常连接用万用表检测引脚电压是否正常，接入电路检测功能是否正常即可（在正确连接电路情况下，元器件功能基本可以保障正常）

② 模块调试

1. 计时显示模块调试（74LS163 和 CD4511 及 LED 共阴极数码管调试）：

将 74LS163 和 CD4511 及 LED 共阴极数码管按电路原理图连接好后，可以进行如下调试：

1、 万用表调至蜂鸣档测量引脚是否存在连接错误（观察数码管实际显示和理论显示是否相同），有错误则检查引脚是否连接错误。

资料免费共享 收集网站 nuaa.store

- 2、 函数信号发生器接入 cp 脉冲，观察计数译码显示是否正常，正常则功能实现成功，不正常用万用表检测元器件各引脚电压和电路是否出现问题。
- 3、 显示无误后，可将分的个位 cp 信号改为函数信号发生器信号输入，观察星期，时，分各部分是否存在问题。秒的显示由 555 信号输入观察显示是否有问题。若无问题则说明模块功能正常，若显示有异常，则再返回 2 调试步骤，或者检查 cp 信号输入是否符合电路原理图，保证电路正确，最终实现模块功能的正常。

2. 标准时钟源信号调试 (LM555 模块) 调试:

按照连接原理图连接后，确保电阻电容无误，接入电源，观察发光二极管是否闪烁，若正常，则功能无误，若不闪烁或者闪烁不正常，则应将输入端接入示波器观察信号是否正常，若存在扰动，可加入滤波电容消除扰动影响。闪烁正常后，可以将输出信号接入秒的个位 cp 脉冲，观察闪烁和计数频率是否相同，若相同，则 555 模块功能正常。

3. 起闹和整点闪烁模块调试 (74LS138 模块和 74LS123L 模块调试):

按照电路原理图连接后，接入电源进行调试，若功能无法实现，则第一步检查电路是否正确，确保电路正确无误后，将 74LS138 译码输出通过与非门输入到 74LS123 的工作端 (预设设为 /RD)，观察发光二极管是否按照预设时间闪烁 (即起闹)，

闪烁时间是否合理。若不闪烁，则应检查电路是否存在扰动（考虑加入滤波电容或上下拉电阻），或者元器件是否存在问题，解决问题。若闪烁时间不符合要求，则应该改变电阻电容，使其闪烁时间符合要求。整点闪烁调试同理，将 138 的译码输出换成分钟十位清零输出信号即可。

4. 校时模块调试（RS 触发器模块调试）：

按下轻触开关，观察分钟个位 cp 脉冲是否改变，若改变，则功能正常，若有异常，则检查电路是否正确等问题，使其能够调试成功。

六、设计和调试过程中出现的问题及解决方法

设计过程问题：

最初连接电路时，未能考虑布局的合理性和空间的有限性，导致设计布局过于草率，连接到计时模块时发现电路连接困难，直接导致前功尽弃。

解决方法：我们考虑到空间的有限性和布局的合理性后，尽量让各个元器件与所需要的与非门（即 74LS00）的距离尽可能合理，让 4511 和 LED 共阴极数码管的连接尽可能美观，让元器件更加紧凑，减少过长，过远的布线，最终实现我们想达到的目标。

调试过程问题：

1. 标准时钟源调试问题：

标准时钟源调试的过程中，我们发现，二极管闪烁并没有

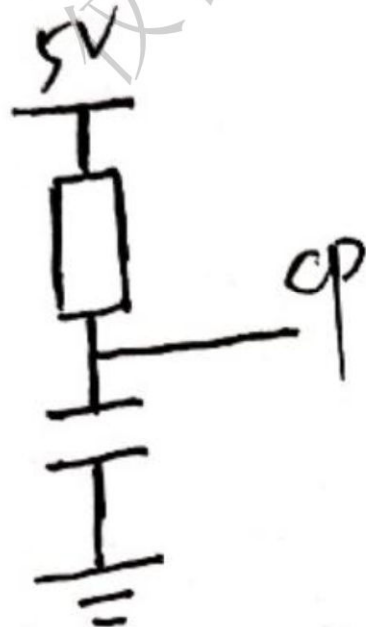
问题，但是信号输入到计时部分的时候达不到我们想实现的功能。

解决方法：我们考虑可能 555 存在扰动，加入了滤波电容消除扰动，实现了 555 正常的信号输出。

2. 星期显示问题：

我们调试星期显示时，上电后由于刚开始没有时钟脉冲，星期显示为不合法数字 0。

解决方法：我们加入了如下电路，刚上电时电容近似于短路，CP 端为低电平，后由于电容充电电容相当于断路，CP 端为高电平，所以上电时给 CP 端输入了一个上升沿，星期被置 1。



3. 整点闪烁和起闹闪烁问题：

我们发现刚上电时起闹灯和整点灯会被点亮。

解决方法：这应该这是由于上电时输入端电平不稳定导致，通过在输入端加入上拉或下拉电阻能有效维持其电平稳定。

七、实现的功能与测试结果

基本功能	结果
1. 小时分钟的正常计数显示	通过
2. 秒的正常计数（标准时钟源功能正常）	通过
3. 基本起闹功能	通过
4. 起闹二极管闪烁时间达标	通过
拓展功能	结果
1. 星期显示	通过
2. 整点闪烁	通过
3. 8, 9, 18, 19 起闹功能	通过
4. R-S 触发器实现校准功能	通过

八、心得体会

“纸上得来终觉浅，绝知此事要躬行”，这句话完美的概括了我花费一周时间做课设的心得体会。从书本上学来的数字电路知识，投入到实践中，不花费时间是出不了结果和实践知识的。在连接电路过程中，明明书本上理论可行的方法，到了实际电路里，因为各种实际因素干扰而无法实现。这就要求我们学习和了解实际因素，并动手解决。问题不是等着就能解决的，我们调试的过程中，甚至可能为了一个小因素的扰动影响，花费数十分钟解决问题。即使电路设计初

期一脸迷茫，不知所措，但是，下了功夫，花费了时间，终究还是有收获，有回报的。为了追求我们自己追求的完美，星期无法直接到 1，我们就想办法解决，

为了让星期直接到 1，而不影响其他电路功能，我们换了四五个电容，终于找到 $47\mu\text{F}$ 比较合适能够实现我们想要的功能。123 发光二极管闪烁有问题，我们就想尽办法消除干扰因素。为了实现 RS 触发器换线复杂的问题，我们加入了轻触开关，便于我们实现功能。一切功能的实现甚至简化，都离不开我们的实践付出。这次课设不光是一次设计，更锻炼了我们的意志。我们顶着漫天大雪，冒着严寒，往返于教学楼和宿舍之间，这都是我们意志的磨练。希望这次课设带给我的不仅仅是实践经验，更给我解决困难的勇气和战胜困难的决心，让我能遇到困难，越挫越勇。