



華僑大學

电子线路课程设计报告

课程名称 电子线路设计
姓 名 侯泽镇
学 号 2115103011
学 院 信息科学与工程学院
班 级 电子信息工程 1 班
任课教师 傅文渊

课程论文提交时间：2023 年 4 月 25 日

任务书

任务要求

本任务是设计并实现一款一人一题抢答器电路，具体要求如下：

1. 采用 Multsim 设计一个抢答电路和倒计时电路，实现能同时供一人抢答一题。
2. 主持人有控制开关，可以手动清零复位。当主持人按下开始按键时才可以抢答。显示倒计时 10 秒，规定时间内抢答有效，同时倒计时停止，直到主持人将系统清零为止。
3. 当倒计时为“00”后选手答题超时，会有 LED 亮起，提示超时。
4. 电路必须能够通过硬件电路实现，不得采用微处理器编程实现。

任务背景

现在需要设计并实现一款抢答器电路，用于供学生进行课堂互动和竞赛等活动。这款电路需要能够同时供一人抢答一题，并且主持人可以预置抢答后选手作答时间。电路必须能够通过硬件电路实现，不得采用微处理器编程实现。此外，硬件验证时需要标注姓名和学号，以便于任务评审。

实现情况

1. 实现了抢答功能，主持人按开始抢答后可以抢答，并开始十秒倒计时，当一人抢答完抢答倒计时停止且其他人不能抢答。
2. 在十秒内无人抢答时会有 LED 报警提示。

3. 有选手抢答后，答题倒计时开始，答题倒计时由主持人设定，答题倒计时结束后红灯亮起，表示答题超时。

摘要

本次课设旨在设计一个七人抢答电路，实现多人抢答、倒计时、报警等功能。采用 Multisim 仿真电路进行设计，用嘉立创 PCB 打板实现硬件验证。主要方法是通过逻辑电路的设计，实现多人抢答和倒计时功能，同时在硬件实现中加入 LED 报警功能。在实验过程中，成功实现了抢答、倒计时、报警等功能，并经过了嘉立创 PCB 硬件验证。设计的主要创新点在于实现了多人抢答的同时，添加了倒计时和报警功能，使得整个系统更加完善。通过本次课设的设计和实现，验证了逻辑电路设计的可行性，同时提高了个人的实践能力和创新思维能力。

目录

一、系统设计	5
二、单元电路设计	9
图. 741s190 计数器级联	10
图. 自定义倒计时模块	13
三、仿真结果:	15
四、软件设计	16
图. 抢答模块与抢答倒计时原理图	18
五、系统测试	19
六、结论	21
七、参考文献	22
八、附录	22
九、其他	25

一、系统设计

总体设计方案比较

第一种：

分为三个模块：

抢答模块；倒计时分为主持人自定义倒计时；抢答十秒倒计时

第二种：分为两个模块：

抢答模块；抢答十秒倒计时和主持人自定义倒计时共用一个模块

选择了第一种，理由：

第一种逻辑性更简单，设计起来更不耗时间。第二种需要在十秒倒计时和自定义倒计时之间切换，中间数据保存可能需要更多芯片，反而增大工作量。

主持人自定义倒计时时间方案

1. 是拨码开关设定时间，
2. 是用按键累加设定时间。

我认为使用按键累加的方案较好

拨码开关为多输入，需要更多芯片更多线路，更大的空间，工程量变大。拨码开关占用较大体积，不利于板子小型化，而使用按键累加的方案只要一个按键就可以达到好几个拨码开关才

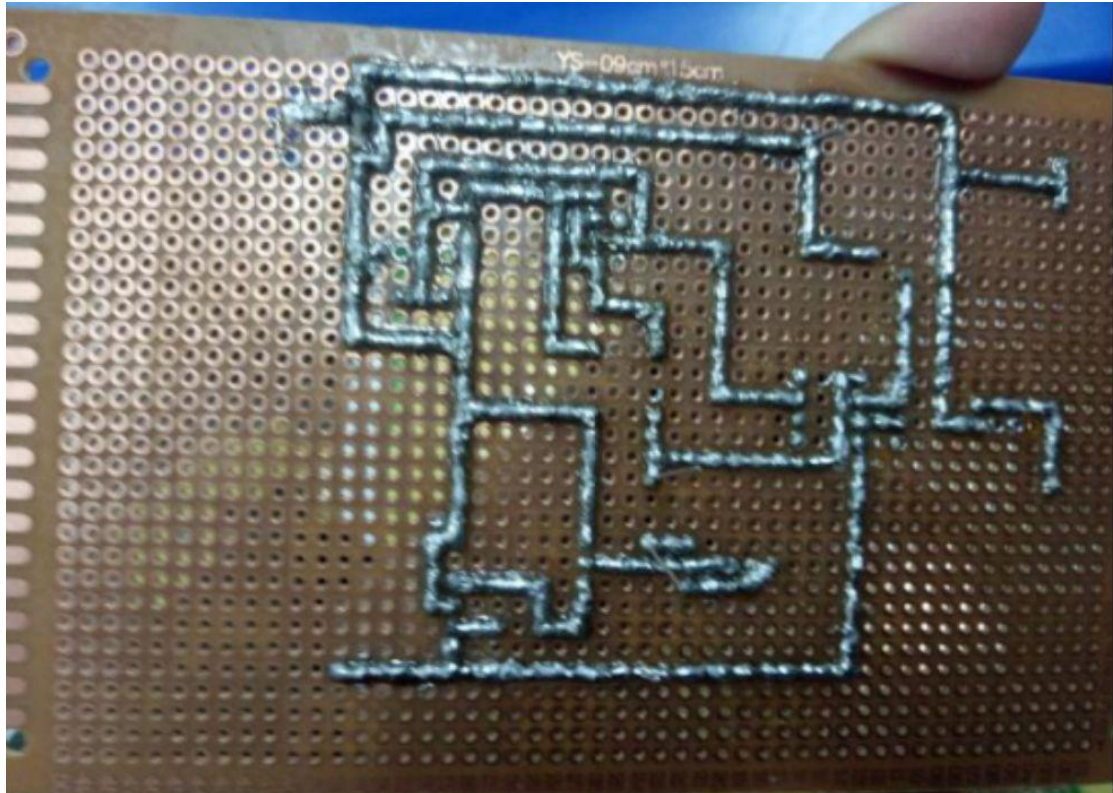
能达到的效果。

硬件实现方案

1. 使用洞洞板飞线焊接
2. 使用腐蚀覆铜板完成
3. 使用 PCB 工厂打板

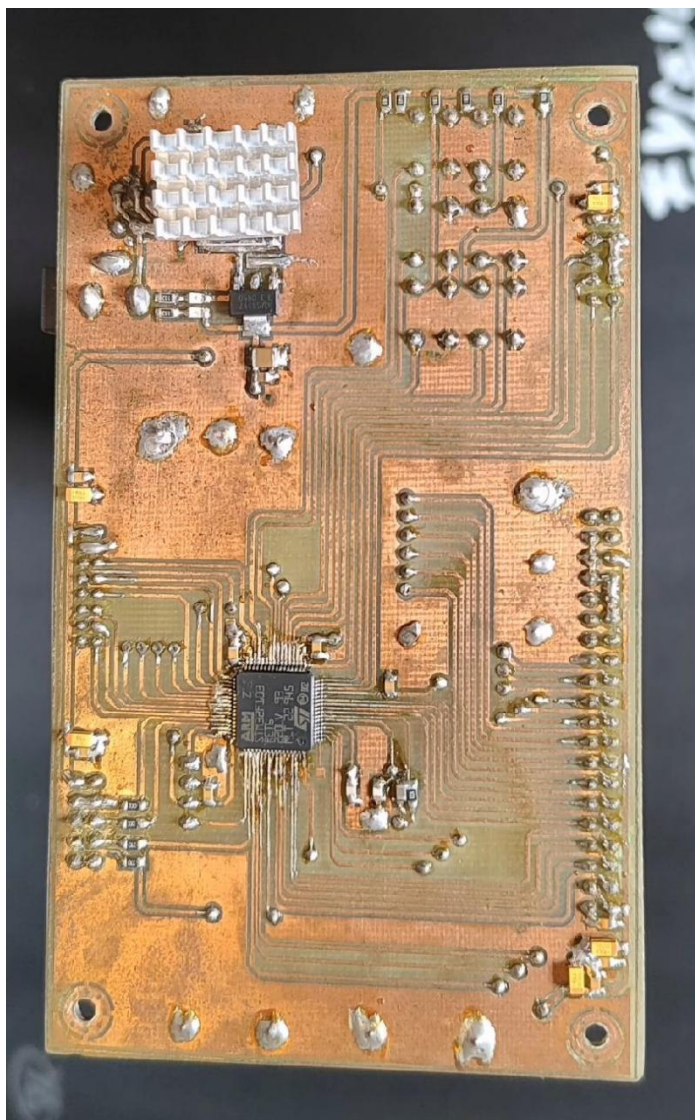
选择第三种

1. 完成电路的仿真设计后我发现线路过于繁琐，光五个数码管就要接五个译码器三十几根线。所以洞洞板的可实现度太低，并且不符合生产生活实际。这是之前的模电课设，一个简单的 ocl 功率放大电路就占了很多空间，可见用洞洞板制作可实现性不高。



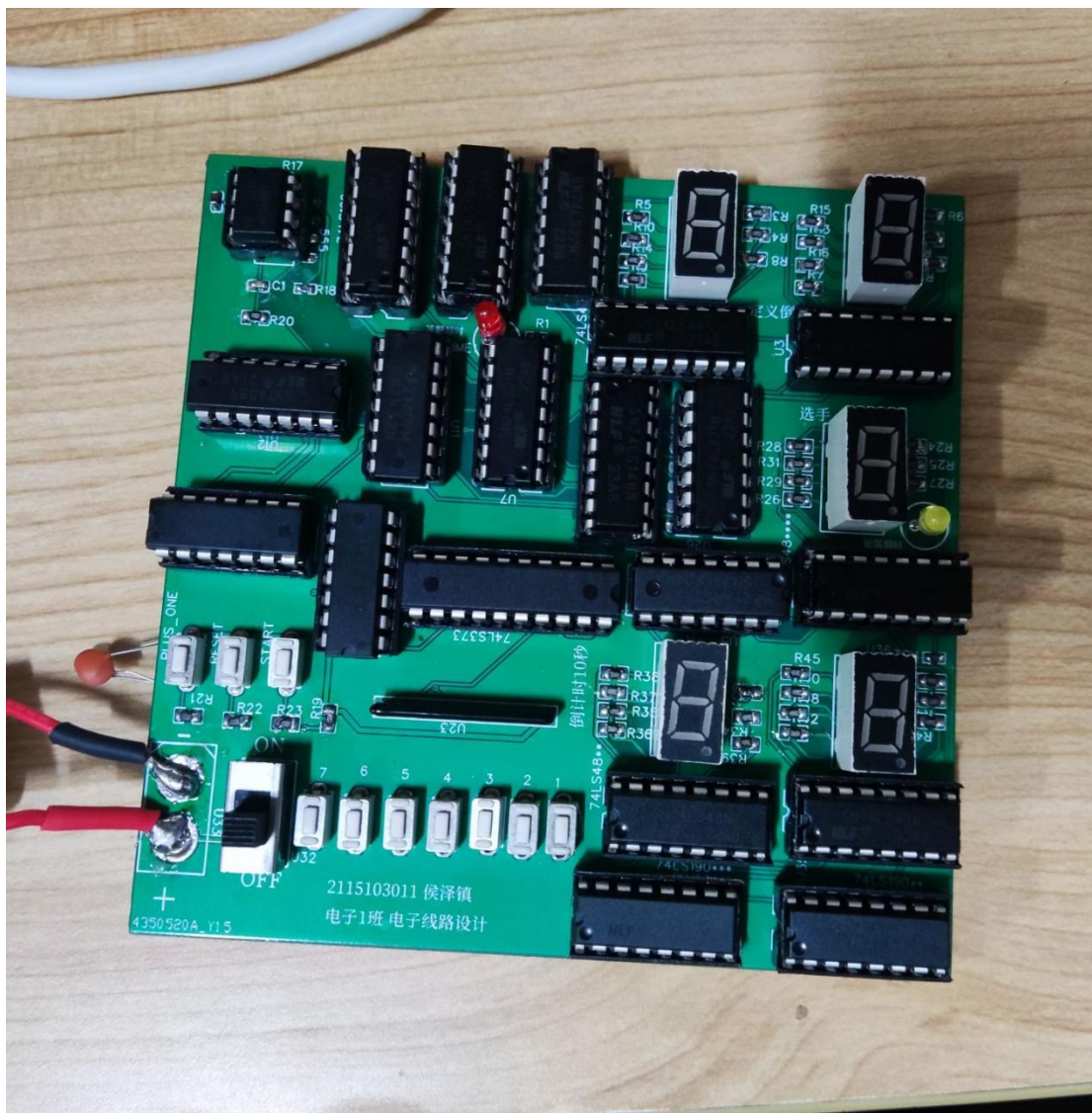
2. 第二种使用腐蚀覆铜板完成，该方案把 PCB 文件打印到热

转印纸然后热转印到覆铜板上进行腐蚀。因为我设计的电路线很多很密很细，鉴于设备条件，我认为无法完美的对电路进行转印，容易出现线路转印不全的问题。并且热转印板如果使用直插元器件需要自己钻孔，使用贴片元器件也容易焊歪，增加了工程量。以下是早期 pcb 手工板（网图），可以看出制作繁琐。



3. 第三种，工厂打板设备条件好，并且会帮忙打孔，省去很多工作量。工厂 PCB 会进行阻焊层覆盖，不容易焊歪。并且工厂板可以进行铺铜操作，这次我打了两层板，全部对 gnd 网络进行铺铜，可以免去许多信号干扰。本次使用立创 eda 画 PCB，可以

在嘉立创免费打板，因此也从经济上节省了成本。下面就是本人的七路抢答器课设，可以看出元器件多，并且内部走线并不简洁，使用上面两种方法实现度不高，只有 pcb 能较好的实现。



各个模块的核心原理设计：

（此部分仅为各模块的逻辑原理，详细的电路逻辑分析见后文单元电路设计）

抢答模块：当有选手抢答时 74LS373 锁存端输出控制引脚（原理图中 eng）由高变低，将输入数据锁存这时其他选手无法抢答。

主持人自定义倒计时：计数器使用 74LS190N 级联，计数模式

为正计数和倒计时两种模式，可以切换。清零按键按下载入引脚（仿真中 load）低电平达到归零的效果，计数方式控制端引脚（仿真中 U/D）为低电平进入正计数模式，此时靠按键按下产生的脉冲可以计数。抢答模式中，不能正计数，有选手抢答后开始倒计时模式，计时脉冲靠 555 定时器发出。当数码管显示为 00 时停止计时，两个 190 的载入（load）引脚被拉到低电平，置数输入端，锁死 00 达到停止计时的效果。

抢答十秒倒计时：同样使用两个 74LS190N 芯片级联，按下开始键，两个芯片的 load（载入脚）脚被拉到低电平，使输出端与输入的 BCD 码同步，开始 10 秒倒计时，到 00 时芯片的 13 号引脚 rco 输出低电平，此信号与 555 定时器的脉冲信号相与输入时钟信号端 clk，因此 rco 为低电平时停止计时，使倒计时停止。

二、单元电路设计

时钟信号的生成：

使用 555 定时器产生 1hz 方波的脉冲信号，根据计算公式得到要添加的电容和电阻 $T = \ln 2 * (R7 + 2 * R6) * C1$

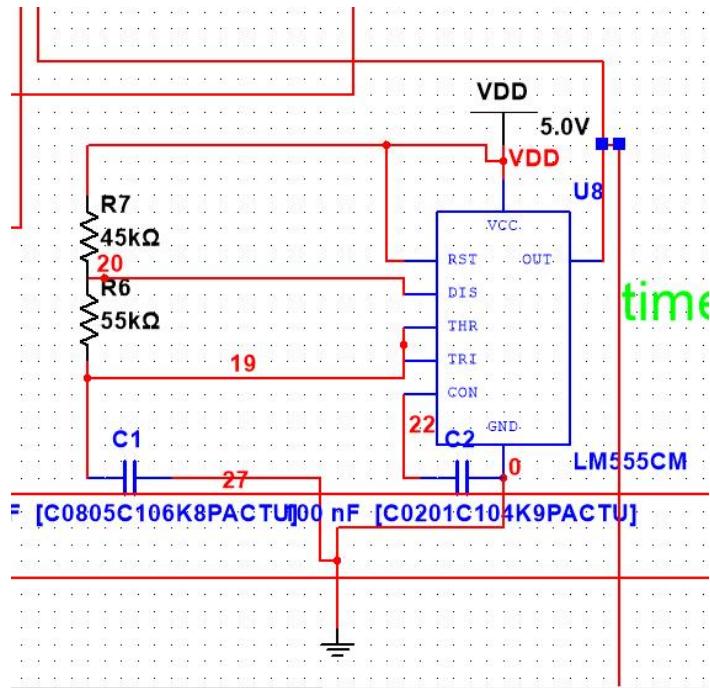


图.555 定时器方波发生电路

计数器级联:

190 有超前进位功能。当计数溢出时，进位/错位输出端(RCO)输出一个低电平脉冲，其宽度为 CP 脉冲周期的高电平脉冲:行波时钟输出端(RC)输出一个宽度等于 CP 低电平部分的低电平脉冲。利用 RC 端，可级联成 N 位同步计数器。当采用并行 CP 控制时，则将 RC 接到后级 CT ;当采用并行 CT 控制时，则将 RC 接到后-级 CP。

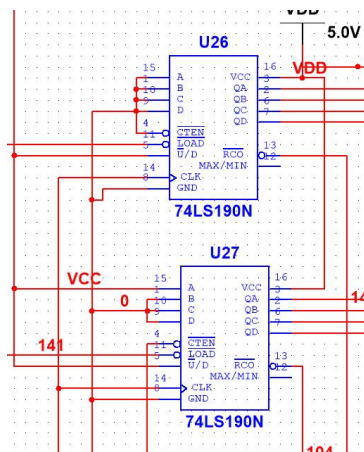


图. 741s190 计数器级联

抢答模块：

抢答模块设计，使用了 74ls373 锁存器。373 的输入端接上拉电阻，当无选手按下按钮时，373 输入输出全部为高电平。373 的 eng 接若干或门，373 输出端接多输入与门输入端，与门输出端级联或门输入端。当无人抢答时或门输出为高电平，eng 高电平时 373 的输出端和输入端同步，eng 低电平时 373 输入端呈现出高阻态，输出端维持原来的输出不随输出端改变。有人抢答时，373 输出端改变，与门输出低电平，eng 被拉低，输出端被锁死到这一选手抢答的号数，且其他选手无法抢答，达到锁存的目的。

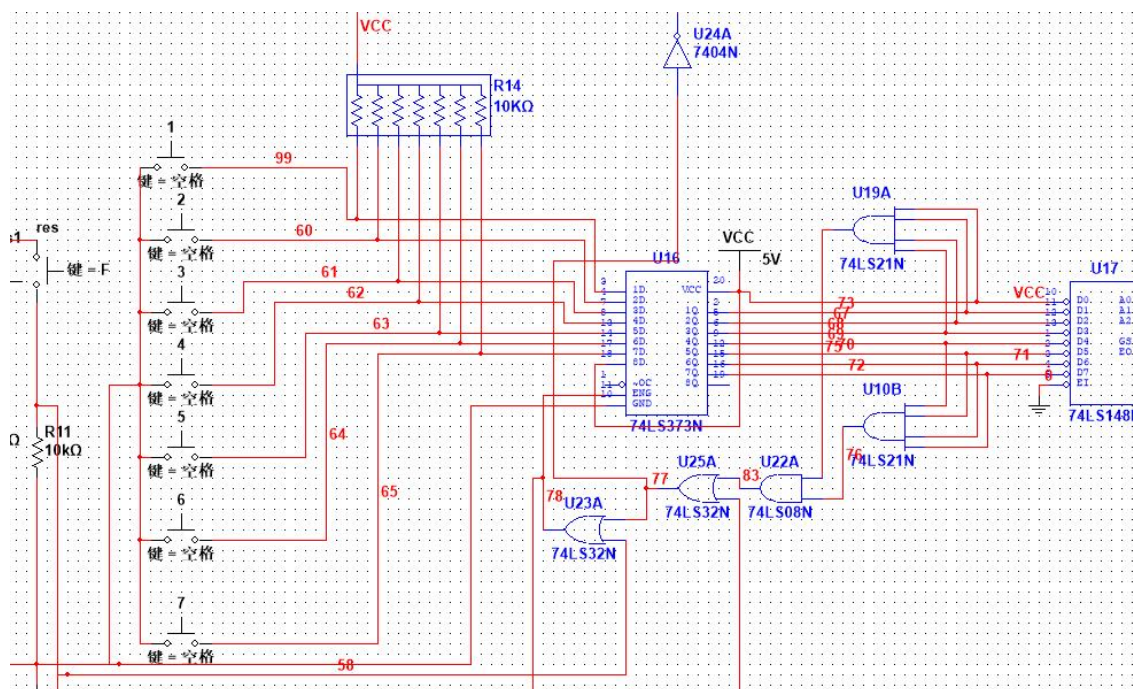


图. 抢答模块

此外，373 输出转成数码管显示的数字也是一个问题。经过多次检索，我只找到 bcd 译码器，5421 码译码器，并没有找到十

进制地址输入式的译码器。所以我选择了 74ls48n 这款 bcd 码译码器，但是 373 输出的不是 bcd 码，所以就需要一个芯片把 373 输出的转 bcd 码。于是我选择了 74ls148n，将 373 的输出端转成 bcd 码，但是 74ls148n 的输入输出都是高电平有效（例如输入 111111110，输出则为 1110），而我们需要输出为第 1 位应该为 0001 才能被 74ls48n 译码。因此我在 74ls148n 的输出端加了非门，全部取反再输出给 74ls48n 译码，译码结束后输出给数码管（3161as）。

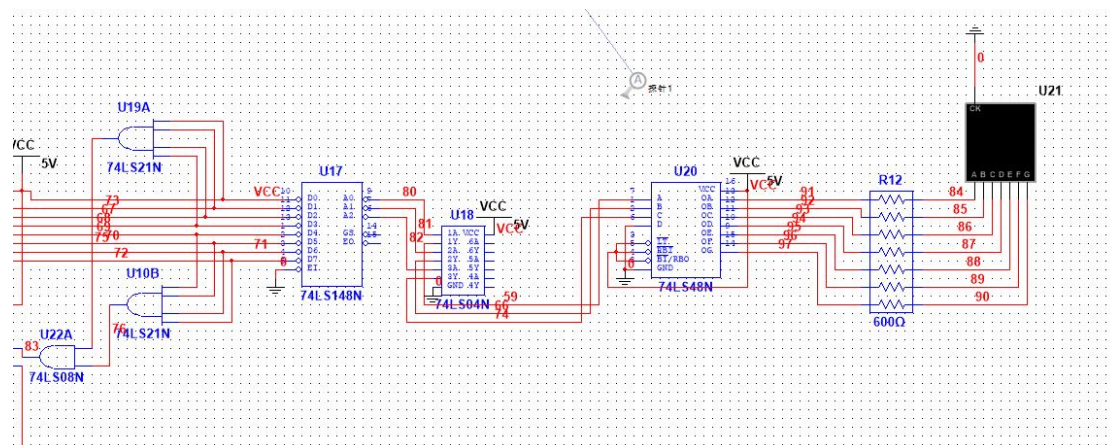


图. 抢答模块

自定义倒计时模块：

将 74ls373 的锁存端信号与加法计数按键信号输入一个二输入与门，将锁存端的信号取反再和时钟信号输入。这两个与门的输出再接入一个或门，或门输出给 74ls190 计数端，这样就实现了按键计数和时钟计数间的切换。当锁存端为锁存状态即有选手抢答的状态，开始答题倒计时。当锁存端为筹办状态，即无选手抢答时，不开始倒计时。正计数与负计数模式的转化类似，

741s190 的加减法计数控制引脚接一个上拉电阻，将 373 锁存端信号取反接上拉电阻负极，当锁存端低电平时为正计数模式，当锁存端低电平时，为负计数模式。正计数和按键计数对应，负计数和时钟信号计数对应，四种模式会两两切换。

将 74ls373 的锁存端信号与加法计数按键信号输入一个二输入与门，将锁存端的信号取反再和时钟信号输入。这两个与门的输出再接入一个或门，或门输出给 74ls190 计数端，这样就实现了按键计数和时钟计数间的切换。当锁存端为锁存状态即有选手抢答的状态，开始答题倒计时。当锁存端为筹办状态，即无选手抢答时，不开始倒计时。

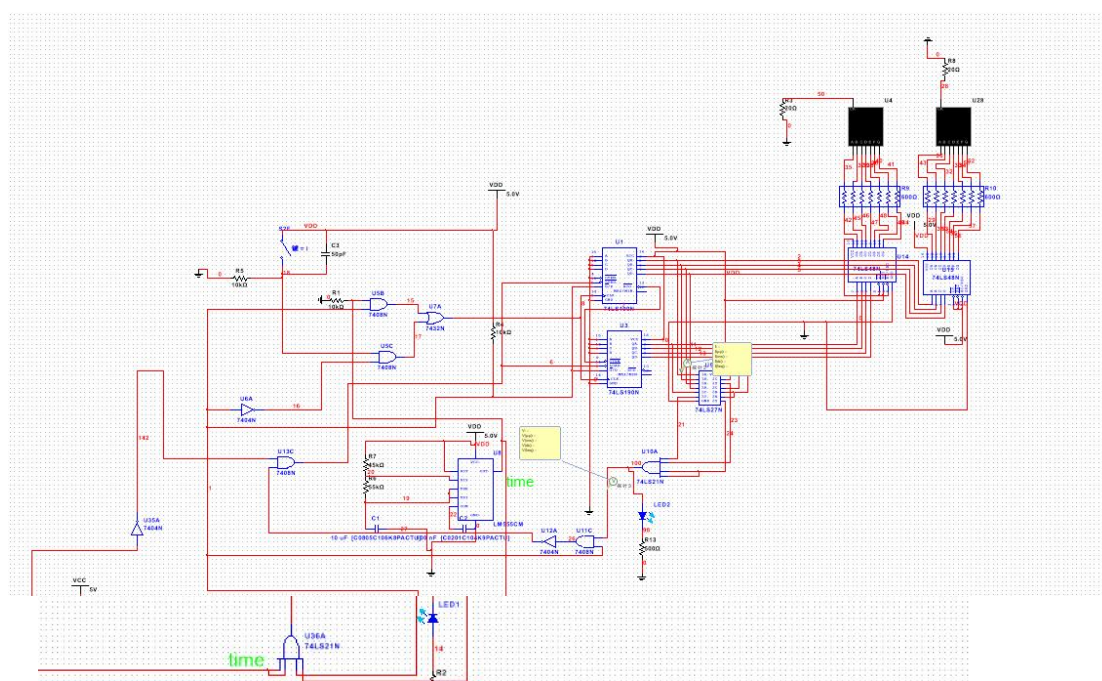


图. 自定义倒计时模块

抢答十秒倒计时模块：

使用两个 74ls190n 级联计数，达到两位计数。该模块和自定义倒计时模块不同，只有倒计时模式没有正计数模式。将开始键的信号接非门输入，非门输出给 74ls190n 的载入脚(load)。开始按键按下时，74ls190n 的载入脚低电平，置数至和输入端相同，开始十秒倒计时。74ls190n 的 rco 引脚输出电平和时钟信号以及 373 的锁存信号相与输出给 74ls190n 的时钟信号脚，使其倒计时到达 00 时停止计时，有选手抢答时停止计时。同时 rco 的输出信号还交与 led 灯，rco 输出低电平时灯亮。

在抢答模块中锁存端若干或门与其他的模块交互：

下图中 83 号线路为 373 锁存端输出信号相与，当没有人抢答时输出高电平，有人抢答时输出低电平。该信号再和复位按键信号输入或门，有选手抢答后，再按下复位键即可将锁存使能端置高电平，使输出为 0，此或门输出信号给下个或门输入的同时还输出给自定义倒计时模块的加减法控制端和载入端，达到倒计时和正计数模式的切换。

下一个或门输入端接上一个或门输入端和开始按键信号，当有开始按键按下时，会对选手编号数码管进行复位。

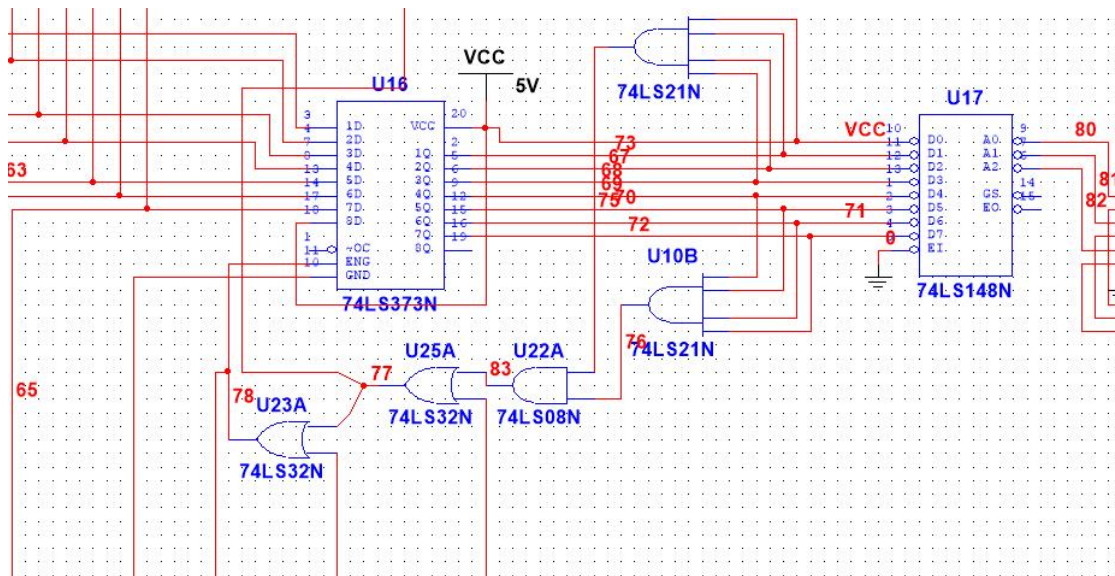


图. 抢答模块中的两个或门

三、仿真结果：

使用 Multisim 14.0 进行仿真，我设计了一个抢答器系统，可以实现以下任务：主持人可以通过控制开关手动清零和复位。当主持人按下开始按键时，抢答器开始运行，显示倒计时为 10 秒。如果抢答超时，系统会提示超时，同时 LED 灯会亮起。规定时间内抢答有效，同时倒计时会暂停，直到主持人将系统清零为止。如果选手答题超时，即倒计时为“00”，系统也会提示超时，并且 LED 灯会亮起。

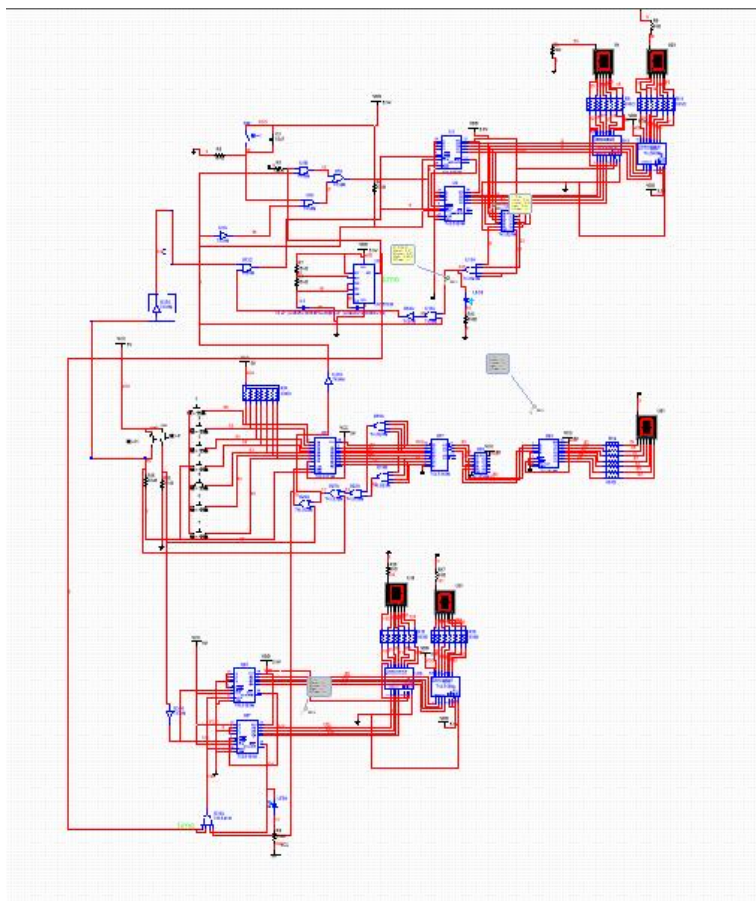


图. 整体仿真效果

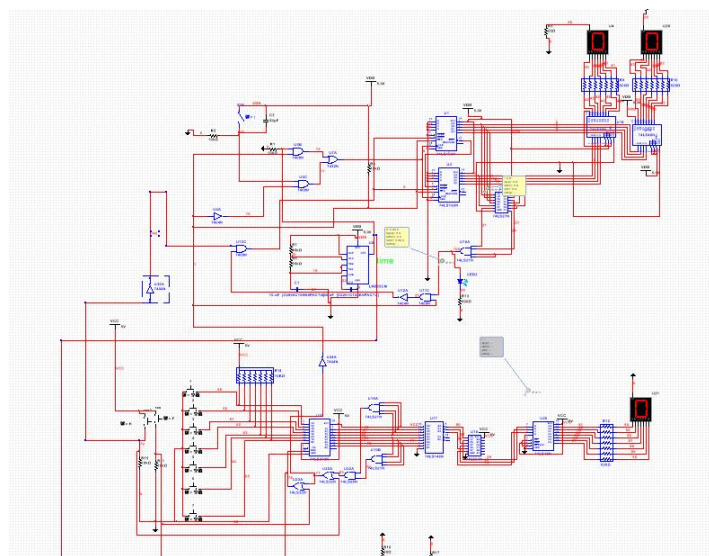


图. 部分仿真效果

四、软件设计

使用嘉立创标准版软件作为设计平台，它是一款国产的 PCB 制图软件，实现了原理图与 PCB 的设计功能。在制作 PCB 时，通过在丝印层上写上班级和姓名等信息，使得制作的 PCB 板具有个性化和标识性。最后，通过在嘉立创下单平台下单，生成 PCB 文件并进行生产加工。此方案旨在使用国产软件，提高自主研发设计能力，同时也可以有效地控制制作成本，是一种具有实际应用意义的设计方案。以下是嘉立创平台设计的原理图以及 PCB 图：

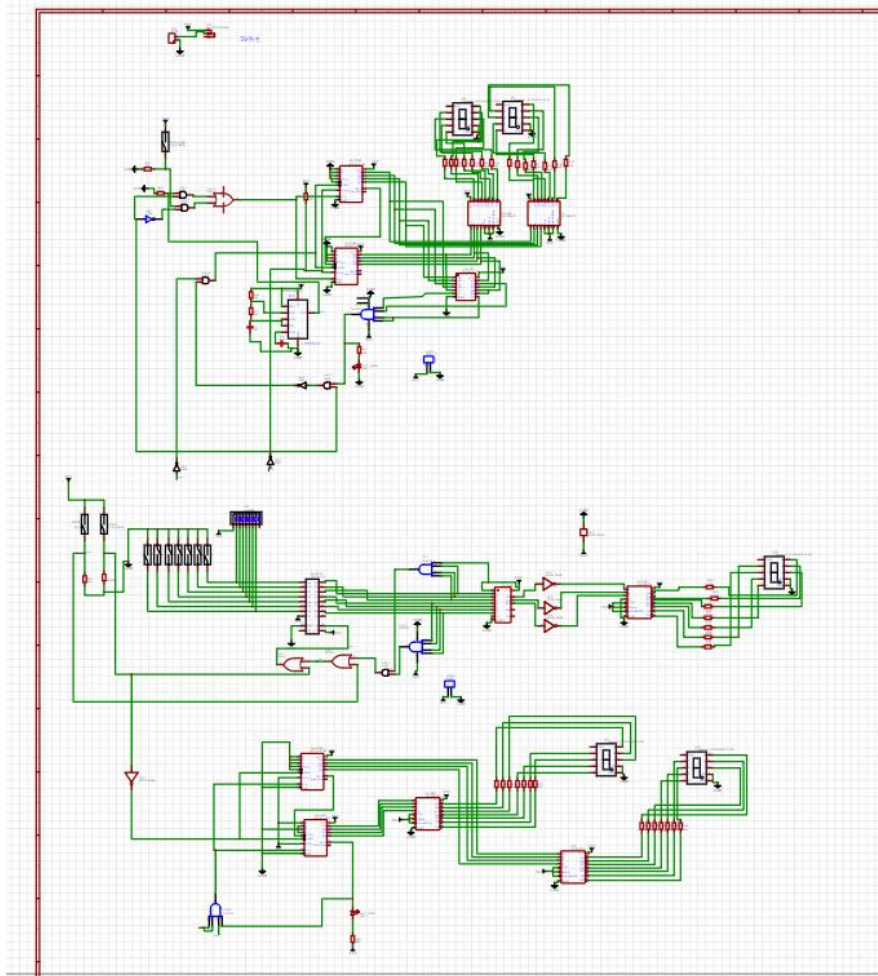


图. 原理图真题

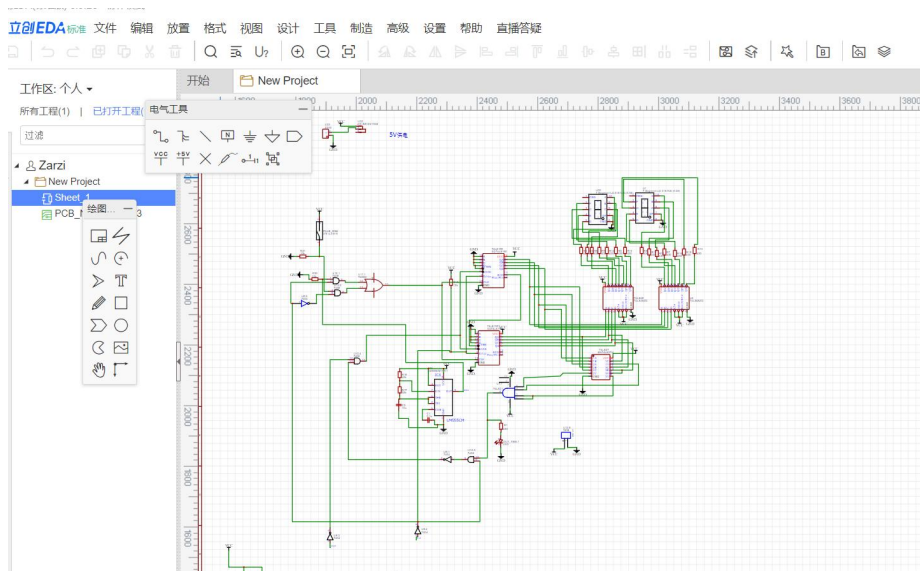


图. 自定义倒计时模块

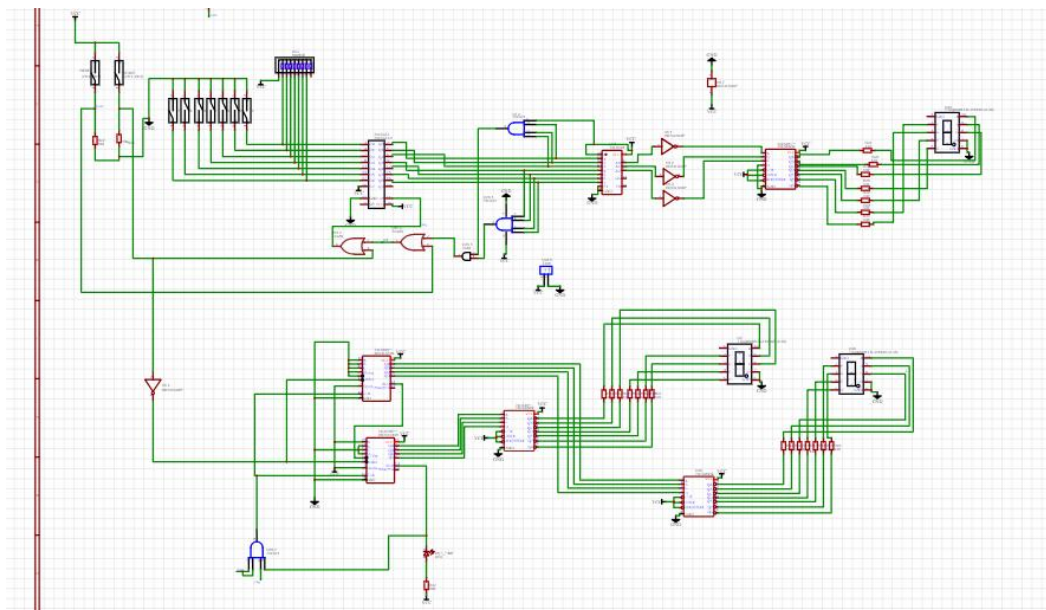


图. 抢答模块与抢答倒计时原理图

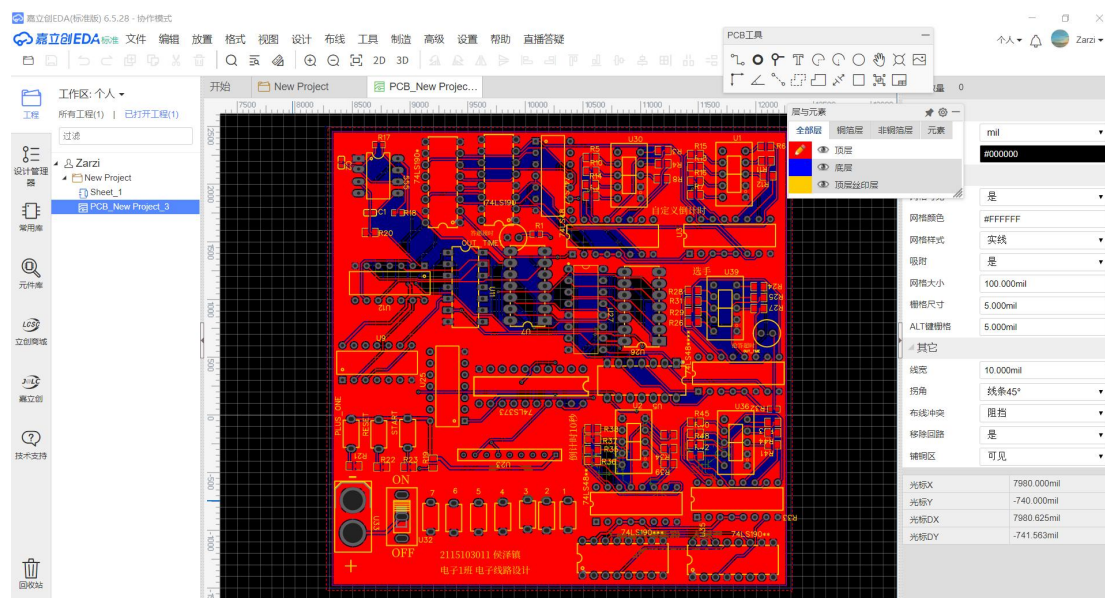


图. PCB 顶层

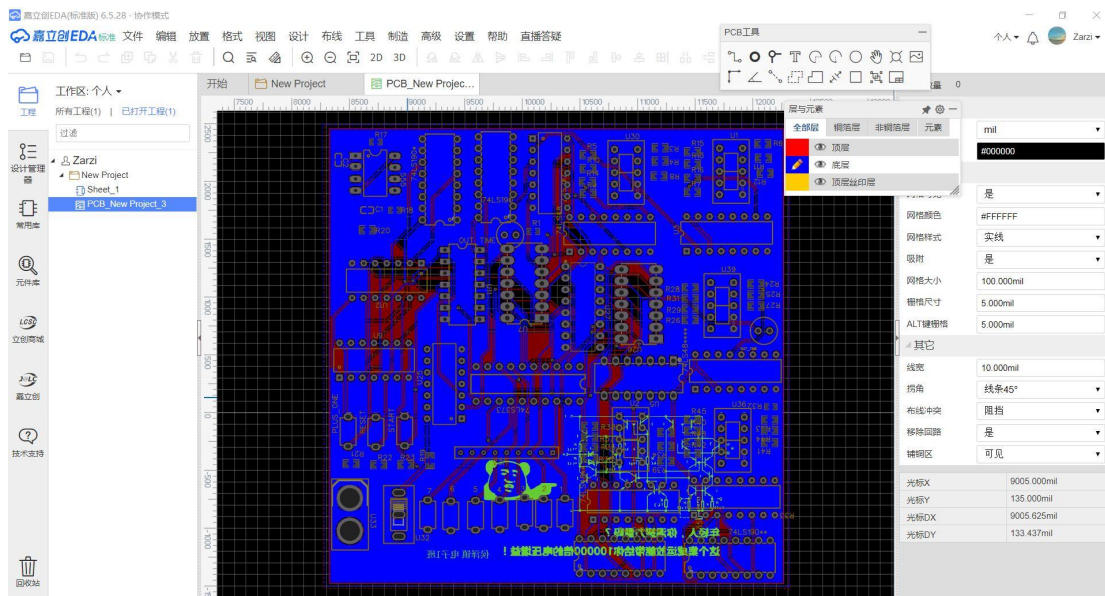


图. PCB 底层

五、系统测试

确认了七路抢答器的主持人开关手动清零和复位、抢答器开始运行并显示倒计时 10 秒、抢答超时有 LED 提示、规定时间内抢答有效并倒计时会暂停、选手答题超时有 LED 提示等功能是否正常运行，并检验在不同供电方式下的稳定性和可靠性。

功能的测试方法：

主持人开关手动清零和复位测试方法：将抢答器的主持人开关置于不同的状态下，观察抢答器的运行状态和倒计时是否会清零并复位。

抢答器开始运行并显示倒计时 10 秒测试方法：按下主持人开关的开始按键，观察抢答器是否开始运行并显示倒计时 10 秒。

抢答超时有 LED 提示测试方法：在抢答器开始运行后，等待倒计

时到达“00”，观察是否有 LED 提示。

规定时间内抢答有效并倒计时会暂停测试方法：在抢答器开始运行后，等待选手抢答，观察抢答器是否在规定时间内有效，并且倒计时是否会暂停。

选手答题超时有 LED 提示测试方法：在选手抢答后，等待倒计时到达“00”，观察是否有 LED 提示。

稳定性和可靠性测试方法：

使用不同的电源供电（学生电源和 18650 锂电池组），观察抢答器在不同供电方式下的稳定性和可靠性。

步骤：

将七路抢答器连接到电源并开启电源。逐一进行上述功能的测试方法，记录测试结果。更换不同的电源进行稳定性和可靠性测试，记录测试结果。对测试结果进行分析，确认是否达到预期设计要求。

仪器设备名称和型号：

七路抢答器（自行设计）

学生电源

18650 锂电池组

1m2596 DCDC 降压模块

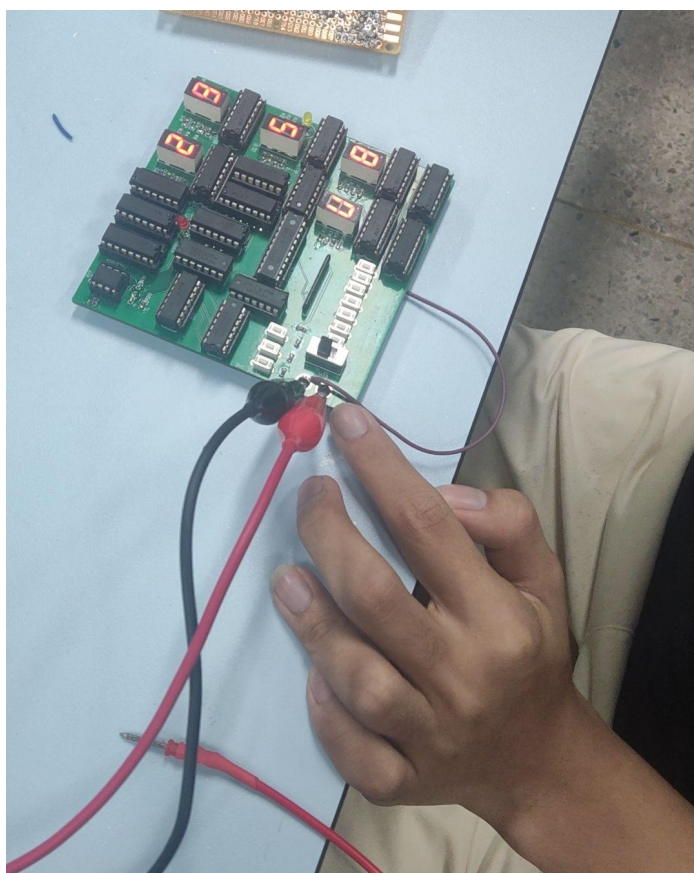


图. 接学生电源进行测试

六、结论

经过系统测试，该七路抢答器在使用学生电源进行 5v 供电和使用两节 18650 组成的锂电池组使用 1m2596 进行 dc/dc 降压到 5v 输入的情况下，均能够完整实现预期功能，表明电路设计和实现都是可行的。在实际使用过程中，通过控制开关，主持人可以手动清零和复位，开始按键的操作能够启动抢答器并开始倒计时，倒计时能够暂停和继续，直到系统清零。在预置选手回答问题的时间后，当有选手抢答后，倒计时开始，当倒计时为“00”后选手答题超时，会有 LED 亮起，提示超时。

综上所述，该七路抢答器设计和实现的功能均符合预期，能

够实现多人同时抢答、倒计时等多项功能，具有一定的实用性和应用价值。在未来的使用中，可能需要考虑更多的实际应用场景和细节问题，并根据需要进行改进和优化。

七、参考文献

德州仪器官网进行芯片手册检索：

[Analog | Embedded processing | Semiconductor company | TI.com](#)

电子发烧友论坛，74ls190 的功能及引脚：

<https://m.elecfans.com/article/685904.html>

CSDN，使用 555 定时器发生 1HZ 的脉冲：

<http://t.csdn.cn/nBRwo>

八、附录

在仿真测试中，我们用示波器对 555 定时器发生的方波进行了测试，发现其周期为 1 秒。这表明，555 定时器能够较好地实现倒计时功能。通过实验，我们验证了 555 定时器在七路抢答器中的可靠性和稳定性。同时，我们也可以根据需要对 555 定时器进行参数调整，以满足不同的倒计时要求。

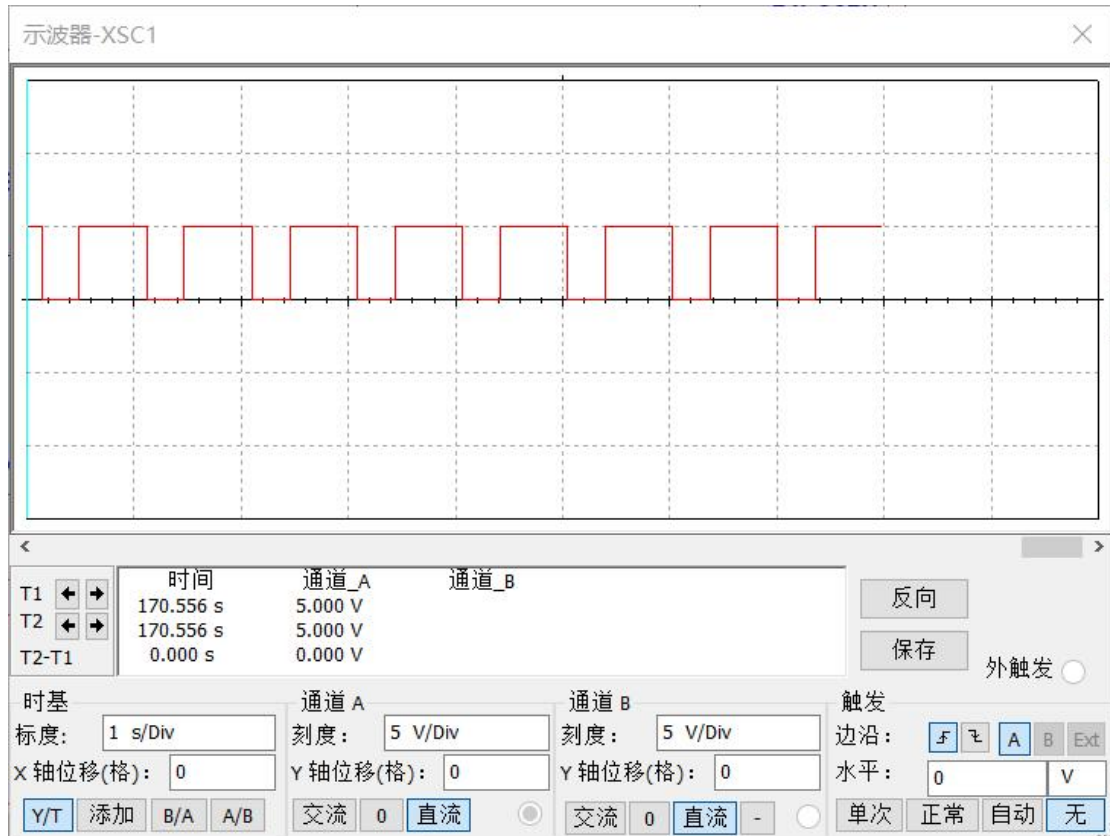


图. 555 定时器方波

在进行测试时，发现数码管存在跳变的情况。经过多次尝试，发现是由于按键抖动引起的。为了解决这个问题，我找到了两种解决方案：电容消抖和 RS 触发器消抖。虽然使用 RS 触发器可以有效解决抖动问题，但需要改动很多电路。因此，我选择了电容消抖的方案。只需要在按键上并联一个电容（我使用了 51pF 的电容），就能够有效改善抖动问题。这样，在后续测试中，数码管的跳变问题得到了解决。

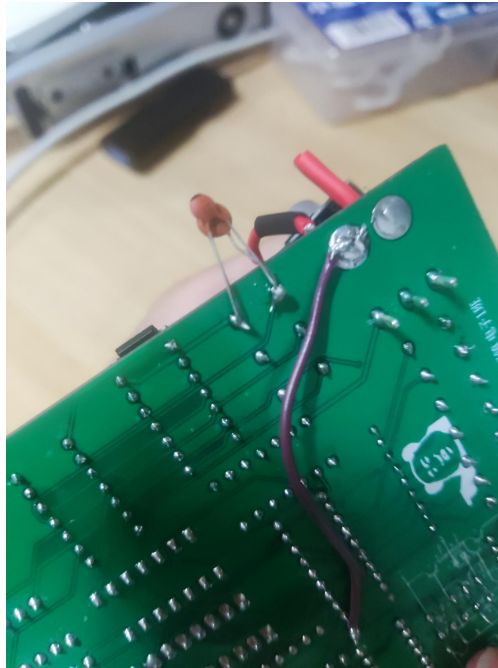


图. 电容消抖

在测试过程中，除了按键抖动的问题，还发现了锁存功能失灵的情况，即选手抢答后，数码管显示的编号会归零。通过检查发现，这是由于 373 锁存器的输出使能端浮空导致的。在仿真过程中，使能端浮空默认低电平，因此没有出现问题，但在现实中，浮空电平是不稳定的，会导致锁存器出现问题。通过将使能脚接地，我们成功解决了锁存功能失灵的问题，并且在后续的测试中没有再次出现该问题。

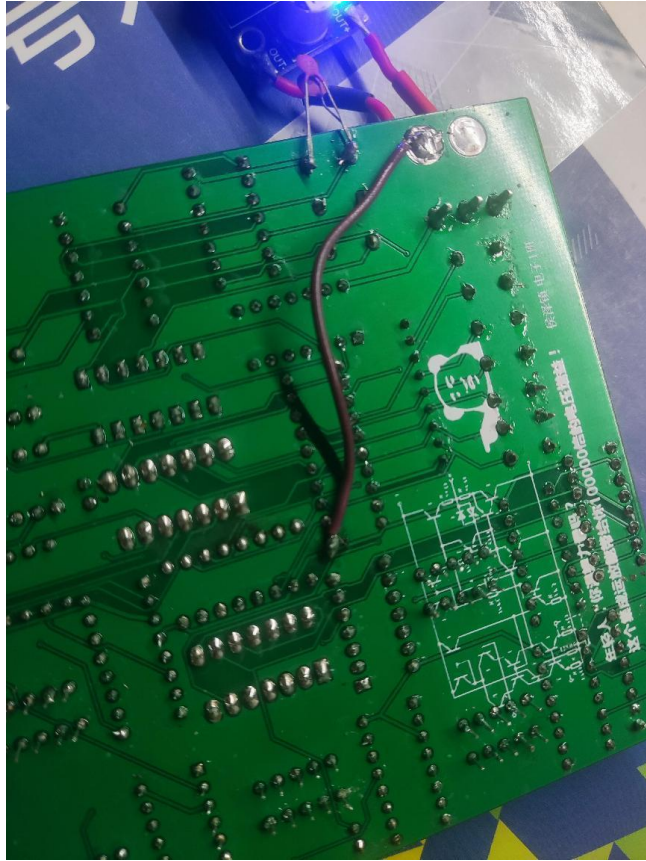


图. 紫色杜邦线将使能端共地

九、其他

稳压模块--lm2596

LM2596 属于常用的开关电源芯片，其最高输入电压为 40V，最高输出电压为 37V， LM2596 有 4 个版本，3 个固定输出版本 3.3V、5V、12V， 以及一个 ADJ 可调版本，最大输出电流 3A，转换效率可达

80%~90%左右，使用 DCDC 模块 1205 模块实现 12V 转 5V 输出，使用 1205 模块进行电压转换原理也简单，还有一个优点就是输入与输出隔离，该芯片输出功率 2W，最大输出电流 400mA。

0.36 英寸共阴数码管--3161AS

3161As 数码管的最大电流为 20mA，这是在管脚之间的最大允许电流。而最小正向电压为 1.8V 表示当电流流过管脚时，其正向电压应该大于或等于 1.8V 才能正常工作。

如果使用 5V 供电，限流电阻的选择需要根据具体的电路来确定，一般应该先计算出限流电阻所需要的电阻值再进行选择。如果假设需要在 5V 电压下驱动一个 3161As 数码管，且数码管上显示的数字比较亮，则在 5V 电压下，20mA 的电流所对应的电阻值为： $R = (5V - 1.8V) / 20mA = 160 \text{ 欧}$

为了保证数码管的寿命，以及合理的亮度，我将限流电阻加大到 500 欧。 $I = (5V - V_f) / R = (5V - 1.8V) / 500 \text{ 欧} = 6.4mA$

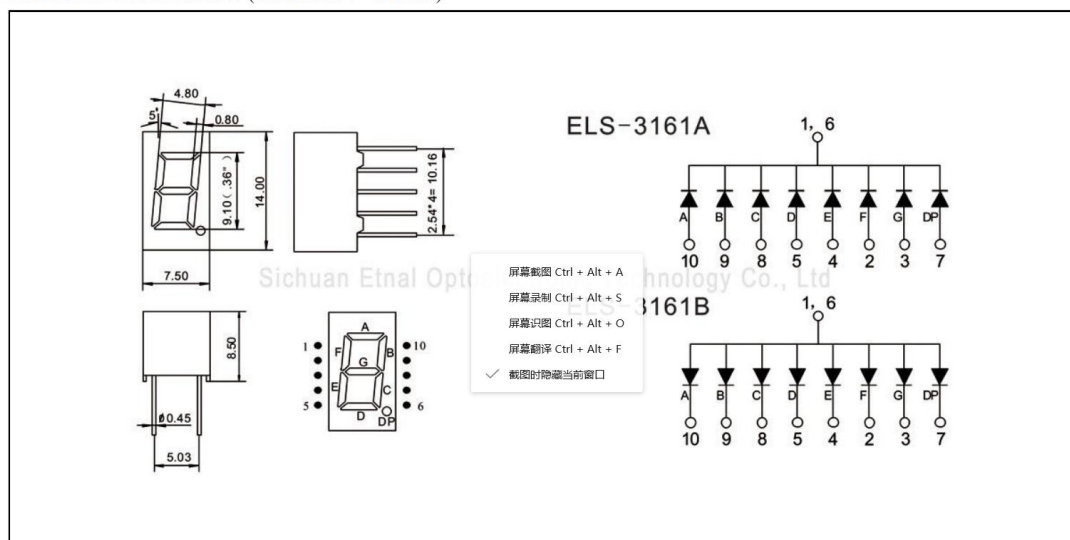
因此，选择 500 欧的限流电阻，数码管的电流将会是 6.4mA。请注意，这个电流值低于 3161As 共阴数码管的 I_f 值，因此是安全的。

LED DISPLAYS:ELS-3161A/B SERIES

ELECTRICAL AND OPTICAL CHARACTERISTICS (Ta=25°C)

Part No.	Emitted Color	Peak Wave Length	Epoxy Color	Surface Color	Common Electrode	$\Delta\lambda$ (nm)	Pd (mW)	If (mA)	Peak (mA)	Vf(V)		IV(mcd)	
										Min	Max	Min	Max
ELS-3161AS	Red	620-630	White	Black	Cathode	10	35	20	60	1.8	2.0	82	92

PACKAGE DIMENSION (Tolerance : $\pm 0.2\text{mm}$)



十、后记

参加过多次竞赛和项目，我已经有了很多设计的经验，但我并没有负责 PCB 的制作。这次课设，我第一次亲手画 PCB 和原理图，对我来说是一个很大的挑战。在这个过程中，我学到了很多。我学会了如何绘制和布局电路图，并且学会了如何在 PCB 中布局元件和导线。在这个过程中，我也遇到了一些问题，比如按键抖动和锁存功能失灵等等。但我通过尝试多种方法来解决这些问题，最终达到了我的预期设计目标。通过这次课设，我不仅学会了許多新知识和技能，也养成了一些好的学习和工作习惯，例如认真阅读文献、积极思考问题、多加实践、善于总结等等。我相信，这些能力和习惯将会在我未来的学习和工作中发挥重要的作用，让我能够更加高效地解决问题，更加有效地实现自己的目标。