

基于Multisim软件答辩倒计时的设计仿真

李洋洋, 李德伦, 华夏, 范为民, 马佳

沈阳航空航天大学理学院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2024年4月25日; 录用日期: 2024年5月22日; 发布日期: 2024年5月31日

摘要

基于Multisim14软件, 本文设计了毕业答辩倒计时提醒电路, 实现了在8分钟时间内自动提醒演讲者剩余时间的功能。该电路能够满足答辩时间的精确控制, 通过数码管显示剩余时间, 并在答辩结束前1分钟或者其他时间和答辩时间结束时发出声音提醒。设计加入了可以在倒计时某个具体的位置进行暂停然后报警以及随时可以复原为初始显示数字的功能。并且可以手动通过拨动拨码器, 调节所要倒计时的分钟数。此外显示译码器电路中加逻辑门与其相连, 通过小灯和蜂鸣器实现倒计时一分钟与时间截止(00:00)的报警功能。

关键词

Multisim, 仿真, 倒计时计时器, 报警器

Design and Simulation of Interview Defense Countdown Based on Multisim Software

Yangyang Li, Delun Li, Xia Hua, Weimin Fan, Jia Ma

School of Science, Shenyang Aerospace University, Shenyang Liaoning

Received: Apr. 25th, 2024; accepted: May. 22nd, 2024; published: May. 31st, 2024

Abstract

Based on Multisim14 software, the countdown reminding circuit of graduation defense is designed, which realizes the function of automatically reminding the speaker of the remaining time within 8 minutes. The circuit can meet the precise control of the defense time, display the remaining time through the digital tube, and issue a sound reminder 1 minute before the end of the defense or another time and the end of the defense time. The design has added a function that can pause at a specific position in the countdown and then alarm and can be restored to the initial display number at any time. The number of minutes to be counted can be adjusted manually by flipping

the dip switch. In addition, the display decoder circuit is connected to a logic gate, and the alarm function of counting down one minute and time cutoff (00:00) is realized through small lights and buzzers.

Keywords

Multisim, Simulation, Countdown Timer, Alarm

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在企业、学校以及各种公共场合，演讲和报告是经常需要进行的。而在这些活动中，时间掌控的重要性不言而喻。因此，设计一个可以实现倒计时提醒的电路[1]，帮助演讲者更加准确地控制时间，可以实现事半功倍的效果。时间显示模块包括分、秒部分，可用显示译码器来显示，从而实现计时作用。文献[2]等人基于触发器、编码器、显示译码器等典型的数字电路单元设计了一款抢答计时和答题计时功能的智力抢答器电路，同时该电路可以实现主持人控制。文献[3]万文等人采用芯片 74LS192 对倒计时电路进一步改进，改变了以往传统的倒计时模型。文献[4]陈婕羽等人基于 Multisim 的设计了火箭发射 30 秒倒计时器设计，但是并没有给出具体的任意时刻的复位操作，以及在最后时间的报警电路。文献[5]金子涵等人设计了一款多功能数字钟，采用正向的计数原理来实现其功能。本文在前人的基础上设计一个倒计时提醒电路，实现了在一定时间内自动提醒演讲者剩余时间以及报警的功能[6]。

2. 设计原理

采用 555 多谐振荡电路产生频率为 1 Hz 的脉冲，之后经过开始键，开始从八分钟倒计时，然后通过数码管将具体的时间显示出来，最后将在 1 分钟时，通过加入逻辑门进行判断条件，条件为 1 分钟时，逻辑门输出为 1，采用的报警器开始报警[7]，提示答辩人时间剩余 1 分钟；在倒计时为零分钟时，这时倒计时停止，通过加入逻辑门，当输出的分和秒全为零时，条件成立，倒计时停止，同时通过逻辑门使计时器芯片的置零端工作，进而使数码管一直保持在 0:00。此外，本设计加入复位键用来结束后，将其置位为原始的 8 分钟。原理框图见图 1。

加入了拨码器开关，放在了分钟对应的计时芯片的下面，实际中答辩时间并不一定是 8 分钟，通过拨码器就能够修改具体的倒计时时间，并且只需要一个拨码器即可，其他两个计时器输入端直接接入高低电平即可。

3. 电路设计

在以往的电路倒计时设计中，并没有要求可重新开始性，也就是不能通过一个开关键实现复原初始状态以此来达到重复利用性。因此本设计想要加入可以在倒计时某个具体的位置进行暂停然后报警以及随时可以复原为初始显示数字的功能以及在倒计时过程中某个固定时刻报警功能，这里我们以处于 1 分钟报警为例。

在仿真中，我们研究了基于 Multisim 软件设计分秒计时器的可行性，设计一个能实现与真实时间同

步的分秒倒计时显示，通过加入逻辑门元件使设计的电路在某一个固定时间提醒，可以使倒计时电路与报警电路相连接，从而达到声音提醒的功能。随后设计了一个脉冲输入信号。按照功能要求，依次设计了倒计时电路，报警电路，时间脉冲电路。通过 555 多谐振荡器产生矩形脉冲，输出到第一片计时芯片 down 端口上，通过拨码器调整倒计时显示为 8 分钟，整个电路置于复位状态，按下开始键，开始倒计时。

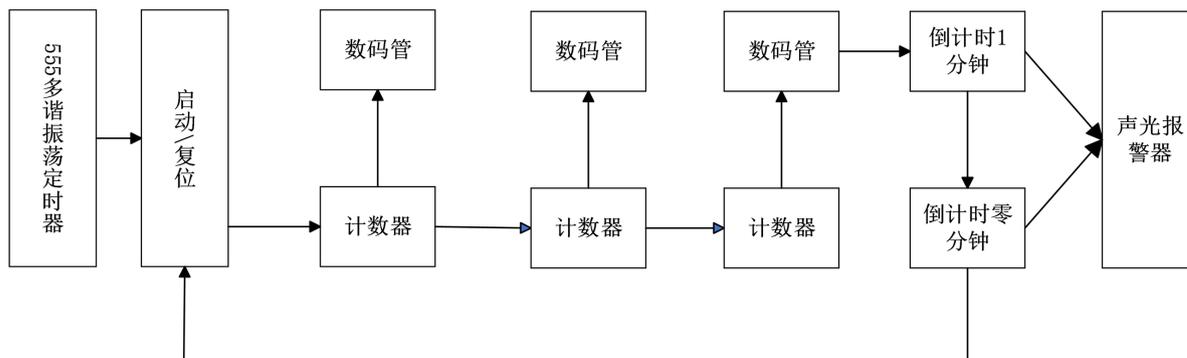


Figure 1. Schematic block diagram

图 1. 原理框图

3.1. 倒计时电路

74LS192 芯片是一个具有双计数功能的芯片，既可以做加法计数器，也可以做减法计数器。将两片 74LS192 的置数端与键盘上的空格键相连，开关空格键控制置数端与高电平还是低电平，从而实现当倒计时到 0 时，通过手动操作开关空格键可以重新开始倒计时[8] [9]。74LS192 功能表见表 1。

Table 1. Function list of 74LS192

表 1. 74LS192 功能表

MR	PL	CPU	CPD	MODE 工作模式
H	X	X	X	Reset (Asyn.)清除
L	L	X	X	Preset (Asyn.)预置
L	H	H	H	No Change 保持
L	H	↑	H	Count Up 加计数
L	H	H	↑	Count Down 减计数

倒计时电路是由 3 片 74LS192 加减计数器组成，从左至右分别对应分钟个位，秒的十位、个位计数，他们都接成减法计数器，都是通过低位的借位端连接高位端，实现向高位的借位。U8, U7 即 74LS192 (秒的个位)输入端 A~D 分别接 0110、000。在 1 Hz 秒信号脉冲作用下，从 60 减到 00。下一个秒脉冲到来，U8、U7 的输出端变为 1001，1001，经过所设置的与非门连接到置数端，使其置数，并且 U8、U7 出现 1001 的时间很短，即阴极数码管仅仅只是闪一下。U6 计数器置数输入端 A~D 分别接 0001，为十进制计数器。直至显示器数据为 001 时，计时停止，并报警提示。

我们可以手动通过拨动拨码器进行调节所要倒计时的分钟数。倒计时实验电路图见下图 2。

3.2. 报警电路

本实验需要在 1 分钟以及 00:00 时进行报警，1 分钟报警用来提示剩余时间。0 分钟提示答辩人时间

已到，停止答辩。1 分钟报警时，该报警电路右边第一、二片 74LS192N 芯片输出端接四输入端或非门，型号为 4002BD_5V，第三片芯片输出端的 QA 接一个非门，然后接入四输入端或非门，此后再接入三输入端与门，也就是当三端输入信号为 111 时，蜂鸣器报警；在 0 分钟时，三个芯片输出端都接一个四输入端或非门(4002BD_5V)，然后再接入三端输入与门。三极管基极的高电平使蜂鸣器发声；而基极低电平则使蜂鸣器停止发声[10][11]。报警电路图见图 3。

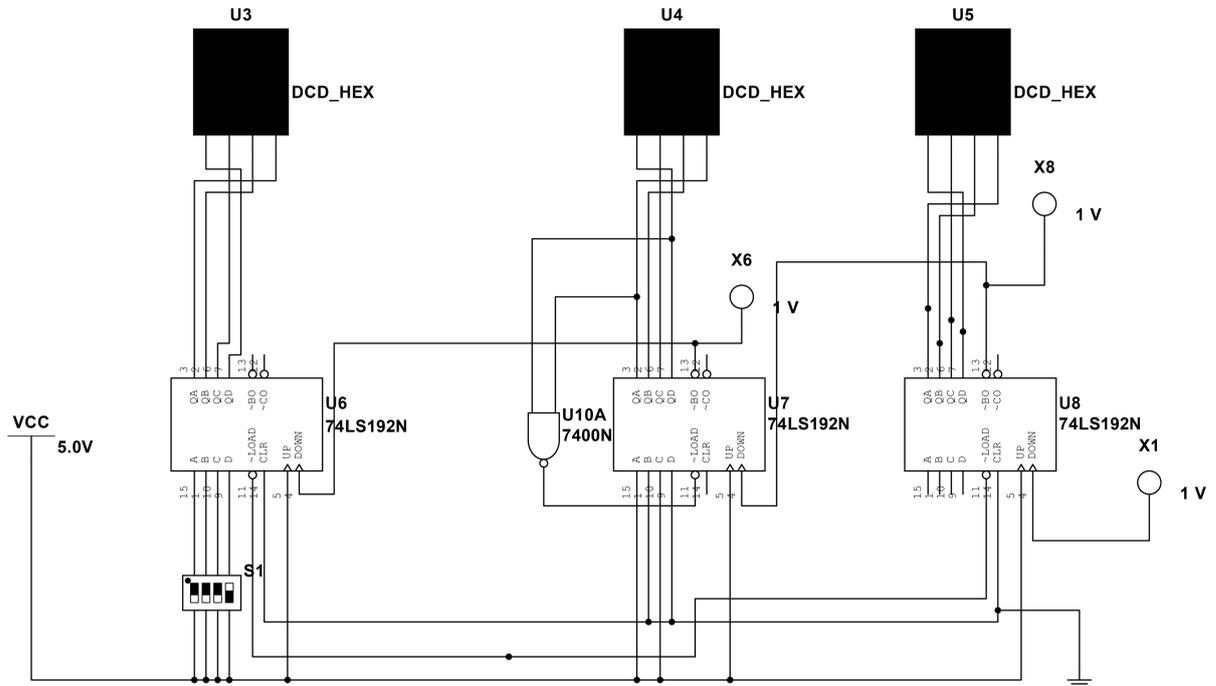


Figure 2. Schematic diagram of the countdown experiment circuit

图 2. 倒计时实验电路的原理框图

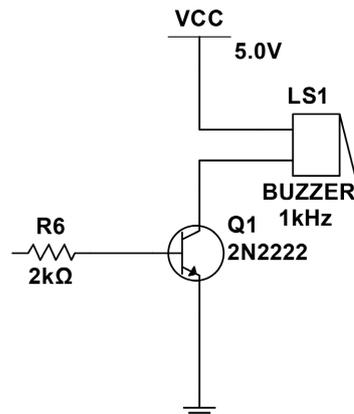


Figure 3. Schematic block diagram of alarm circuit

图 3. 报警电路的原理框图

3.3. 时间脉冲的设计

本文采用由 555 多谐振荡器来产生周期为 1 s 的脉冲，从而提供了合适的信号输入[12]。引脚功能见表 2。

Table 2. 555 Pin function of timer chip
表 2. 555 定时器芯片引脚功能

引脚	作用
1 脚:	接地。
2 脚:	输入端 Trigger, 该脚会判断其电压是否小于 1/3 VCC。
3 脚:	输出端 Output。
4 脚:	清零端 Reset。正常工作时应接高电平。
5 脚:	控制电压端。一般不使用, 应通过一只 0.01 μF (103)瓷片电容接地, 以防引入高频干扰。
6 脚:	输入端 Threshold, 该脚会判断其电压是否大于 2/3 VCC。
7 脚:	放电端 Discharge。
8 脚:	外接电源 VCC, 范围为 4.5 V~16 V, 一般用 5 V。

通过 Vc 的波形球的电容 C 的充电时间 T_1 和放电时间 T_2 计算公式如下:

充电时间 T_1 与放电时间 T_2 计算公式:

$$T_1 = (R_1 + R_2)C \ln \frac{V_{CC} - V_{T-}}{V_{CC} - V_{T+}} \quad (1)$$

$$T_2 = R_2C \ln \frac{0 - V_{T+}}{0 - V_{T-}} = R_2C \ln \frac{V_{T+}}{V_{T-}} \quad (2)$$

故电路的振荡周期为:

$$T = T_1 + T_2 = (R_1 + R_2)C \ln \frac{V_{CC} - V_{T-}}{V_{CC} - V_{T+}} + R_2C \ln \frac{V_{T+}}{V_{T-}} \quad (3)$$

当 Vco 悬空(接电容后接地):

$$V_{T+} = \frac{2}{3}V_{CC}, V_{T-} = \frac{1}{3}V_{CC} \quad (4)$$

$$T_1 = (R_1 + R_2)C \ln 2 \quad (5)$$

$$T_2 = R_2C \ln 2 \quad (6)$$

振荡周期:

$$T = (R_1 + 2R_2)C \ln 2 \quad (7)$$

根据公式

$$f = \frac{1}{(R_1 + 2R_2)C} \quad (8)$$

这里选取参数为 $R_1 = 44 \text{ K}\Omega$, $R_2 = 50 \text{ K}\Omega$, $C_1 = 10 \text{ uF}$, 代入公式计算得:

$$f = \frac{1.443}{(R_1 + 2R_2)C} = 0.995 \text{ Hz} \quad (9)$$

符合设计脉冲为 1 Hz 的要求, 具体电路图见图 4。

在图 5 中, t_{w1} 为 Vc 由 $2/3V_{CC}$ 上升到 $1/3V_{CC}$ 所需时间, t_{w2} 为电容 C 放电所需时间。555 电路要求 R_1 与 R_2 均应不小于 $1 \text{ K}\Omega$, 但两者之和应不大于 $3.3 \text{ M}\Omega$ 。用 555 多谐振荡器的振荡频率受电源电压和温度

变化的影响很小[13]。

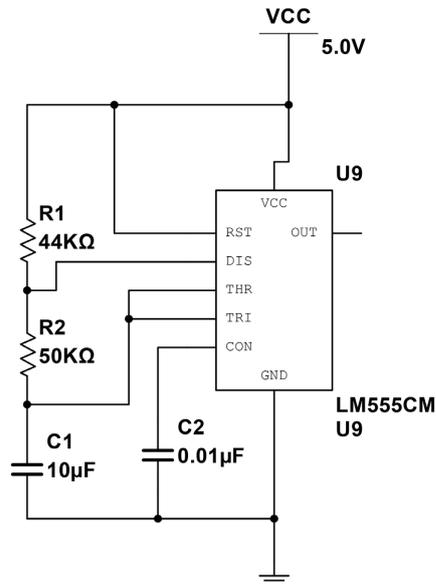


Figure 4. 555 block diagram of multivibrator circuit
图 4. 555 多谐振荡器电路的原理框图

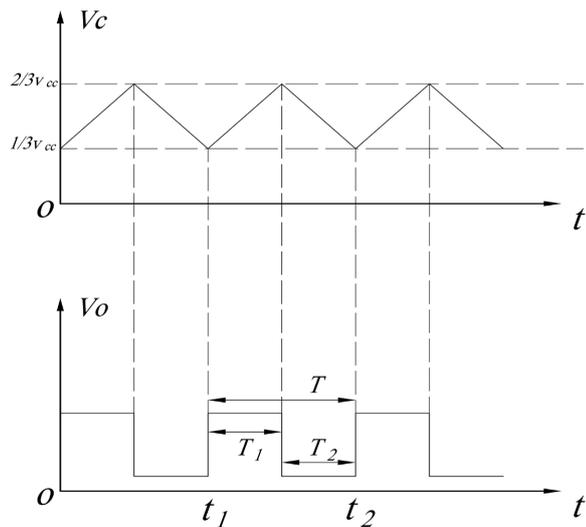


Figure 5. Waveform diagram of a multivibrator
图 5. 多谐振荡器的波形图

4. 性能测试

下面通过测试整个电路的各部分电路来验证设计的正确性以及合理性，电路测试分为稳压电源、报警电路、倒计时电路、脉冲信号电路的性能测试。通过加入万能表测试稳压电源输出值，以及采用示波器观察 555 多谐振荡器的输出波形，算出实验值输出频率是否为 1 Hz 等等。

4.1. 脉冲信号电路的测试

从图 6 中，我们通过示波器可以看到 555 多谐振荡电路的输出波形为矩形波，且一个周期为 1 s，满

足设计要求。

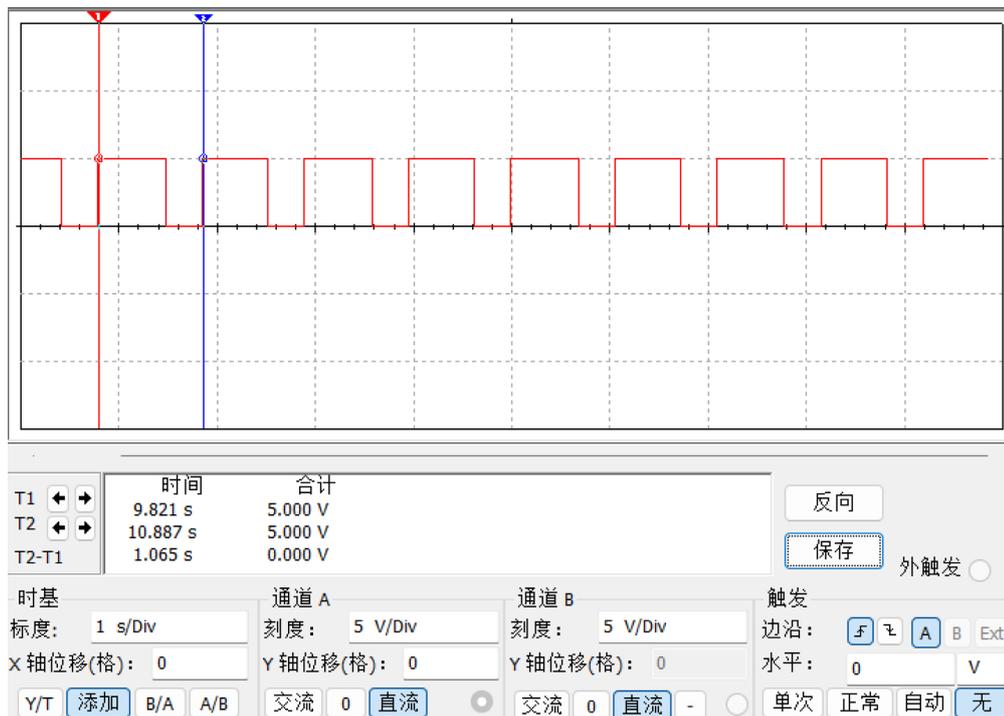


Figure 6. Pulse output waveform test diagram

图 6. 脉冲输出波形测试图

4.2. 毕业答辩倒计时电路测试

从图 7 中我们可以看到，三片数码管正在进行倒计时，同时开关置于高电平，在 1Hz 的脉冲下，数码管与实际时间间隔一样倒计时，符合设计要求。

4.3. 报警部分电路测试

这里我通过加入 2.5V 小灯来显示。在 0 分钟时，三个芯片输出端都接一个四输入端或非门 (4002BD_5V)，然后再接入三端输入与门，同样当三端输入与门输入信号为 000 时，两者通过一个或门接入蜂鸣器，即可实现在 1 分钟以及 0 分钟报警。

我们可以看到，在图 8 中，当数码显示器显示 1 分钟时，最左上方小灯亮起，代表蜂鸣器 BUZZER 响起。同时在 0 分钟时，报警器响起以及倒计时暂停，数码管显示为 0:00。见图 9。

在倒计时开始后，这里通过加入逻辑门或门来实现在 1 分钟时以及 0 分钟时分别进行报警，二者互不干扰，符合设计要求。总的电路图见图 10。

5. 结论

我们得出，在加入逻辑门的作用下，该设计可以加入复位键，在倒计时开始过程中的任意时刻可以恢复到初始状态数码管显示的时间，以及在一分钟以及零分钟时通过蜂鸣器进行报警，并且在零分钟处自动暂停。同时加入了拨码器开关，实际中答辩时间并不一定是 8 分钟，通过手动拨动拨码器就能够修改具体的倒计时时间。到时间为 0:00 时，通过加入或门与输入脉冲相连，电路自动暂停同时蜂鸣器一直报警。通过仿真软件 Multisim 对该设计提供实践提供了可行性，在一定范围中，我们可

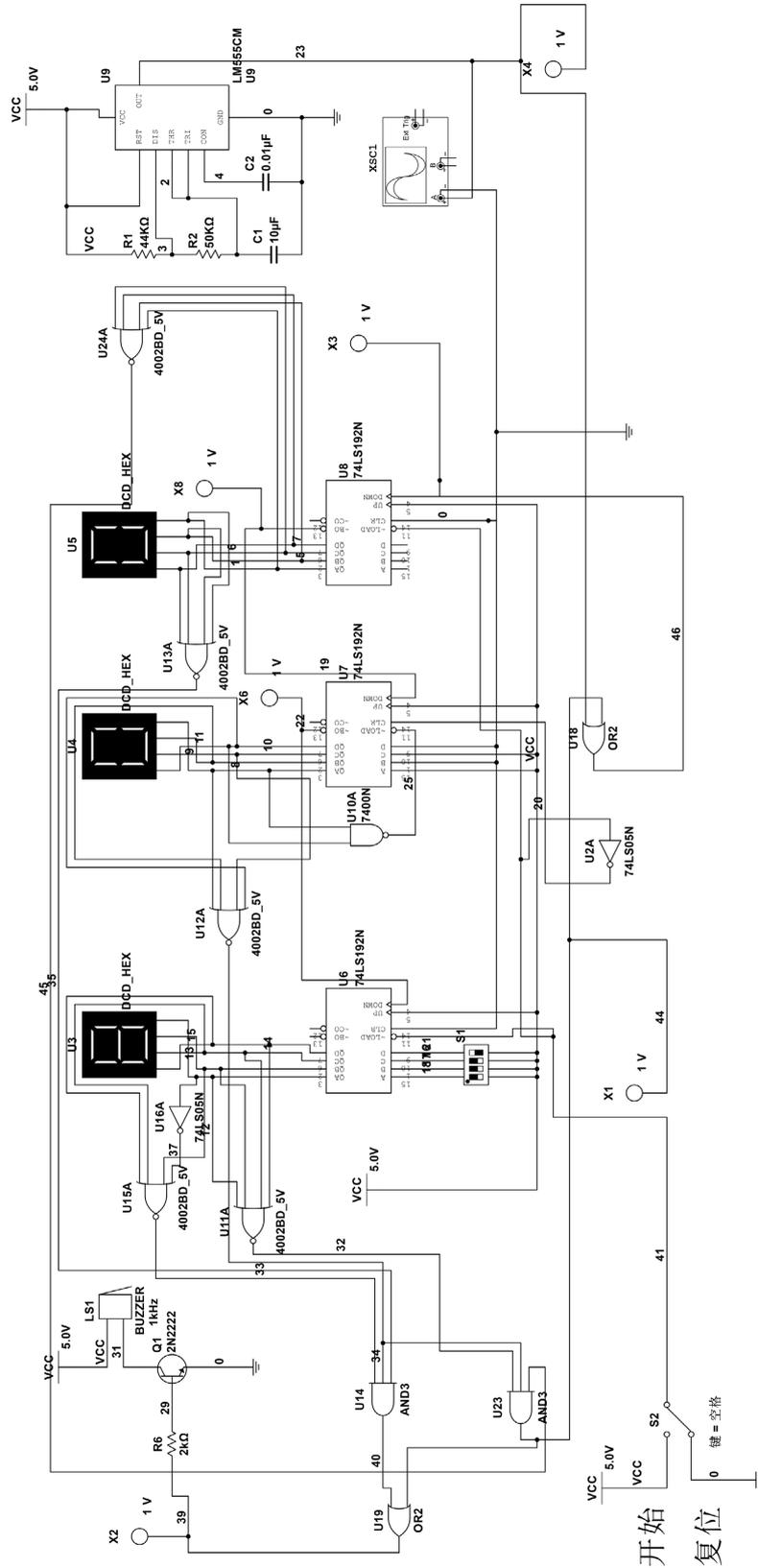


Figure 7. Countdown circuit test for graduation defense
 图 7. 毕业答辩倒计时电路测试

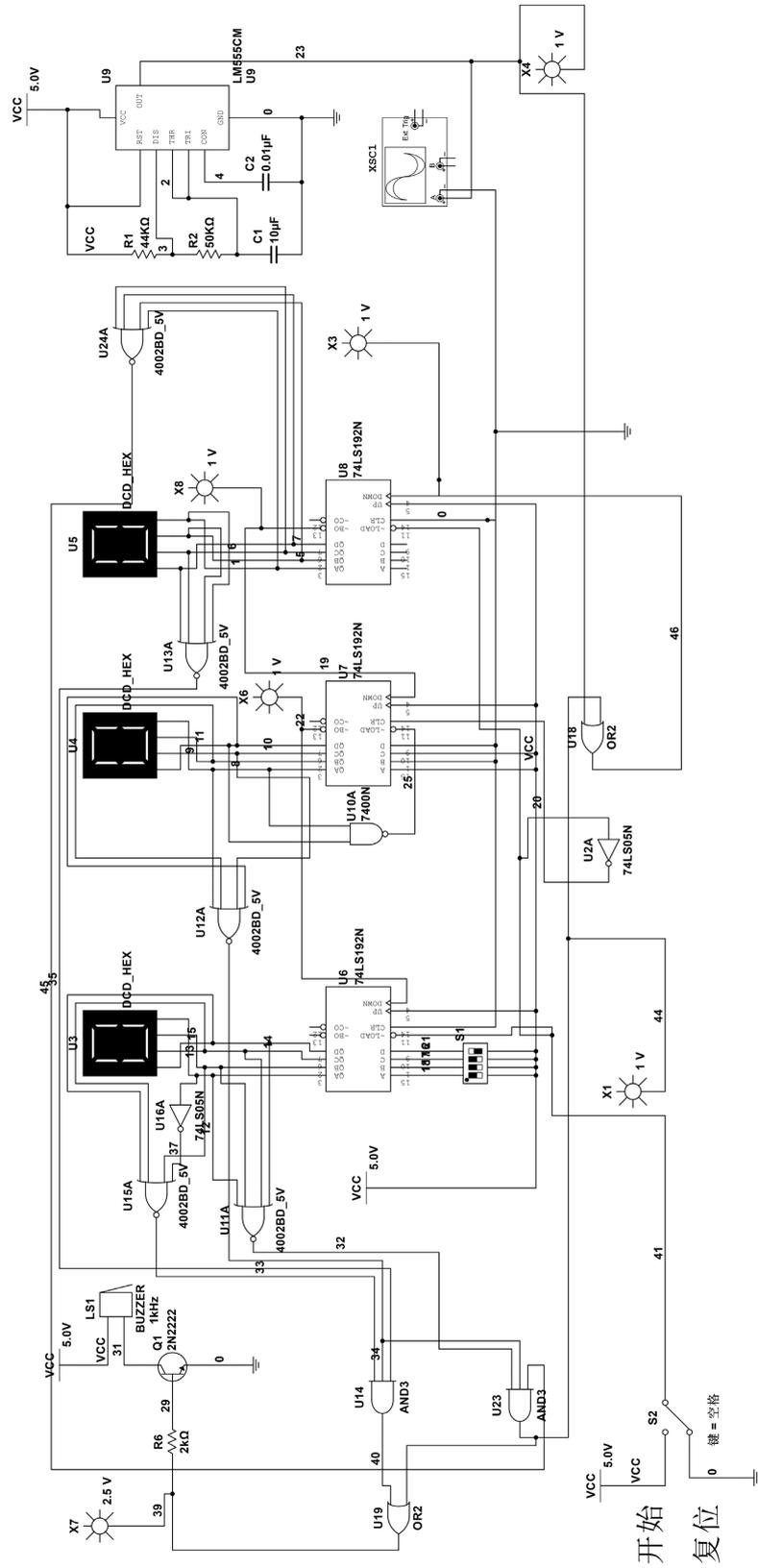


Figure 9. Zero-minute test circuit diagram of alarm circuit
 图 9. 报警电路零分钟测试电路图

以将此设计应用到实际社会生活, 满足人们的日常需求。在实际使用过程中, 只需设置好倒计时时间即可, 电路会自动提醒演讲者剩余时间, 避免了时间的超限和浪费。

参考文献

- [1] 申莉华, 李晓辉, 任小青, 等. 基于 Multisim 的计时器设计与仿真[J]. 电子设计工程, 2014, 22(6): 150-152. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-6236.2014.06.046>
- [2] 黄玮, 周舟, 刘佳如, 等. 具备抢答计时和答题计时功能的智力抢答器电路 Multisim 设计与仿真实现[J]. 中国高新科技, 2023(7): 128-130. <https://doi.org/10.13535/j.cnki.10-1507/n.2023.07.36>
- [3] 万文, 王炜, 吴敏. 基于 Multisim 的倒计时电路的设计与改进[J]. 通信电源技术, 2020, 37(15): 55-58.
- [4] 陈婕羽, 林青彪, 王雪. 基于 Multisim 的火箭发射 30 秒倒计时器设计[J]. 电子制作, 2015(10): 7-8. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-5059.2015.10.005>
- [5] 金子涵, 任致远, 史旭东, 等. 基于 Multisim 14 仿真设计的多功能数字电子钟[J]. 电子产品世界, 2021, 28(6): 94-97.
- [6] 杨春兰, 王艳春, 程荣龙, 等. Multisim10 在数字电子技术课程设计中的应用[J]. 科技资讯, 2011(2): 166. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-3791.2011.02.135>
- [7] 李要球, 祝晓凤, 周琳. 基于 Multisim7 软件的 24 秒倒计时器的设计与仿真[J]. 高师理科学刊, 2010, 30(2): 59-62.
- [8] 苟悦成. 基于 Multisim 14.0 的多功能数字钟电路虚拟设计[J]. 信息与电脑, 2022, 34(5): 4-6. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1003-9767.2022.05.002>
- [9] 黄文锋. 基于 74LS192 的可倒计时数字钟设计——以 Multisim10 为例[J]. 湖州职业技术学院学报, 2017, 15(1): 73-76.
- [10] 张爱雪, 孟樱. Multisim12 在 24 进制计时电路设计教学中的应用[J]. 菏泽学院学报, 2018, 40(2): 120-124. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-2103.2018.02.026>
- [11] 朱为忠. 基于 Multisim10 的倒计时电路设计[J]. 课程教育研究, 2012(10): 95-96.
- [12] 闫佳颖, 刘馨. 基于 Multisim 软件的数字秒表电路设计[J]. 工程技术研究, 2020, 2(2): 163-164. <https://doi.org/10.36012/etr.v2i2.1156>
- [13] 蔡晓艳, 李小亮, 彤瑶, 等. 基于 Multisim 交通信号灯控制器的设计与仿真[J]. 黄河科技学院学报, 2023, 25(11): 30-36. <https://doi.org/10.19576/j.issn.2096-790X.2023.11.006>