

# 基于 Multisim 的多功能智力竞赛 抢答器的设计与仿真

高美蓉

(宝鸡文理学院 物理与光电技术学院, 陕西 宝鸡 721016)

**摘要:** 设计的多功能智力竞赛抢答器可实现 8 路抢答; 电路由两部分组成: 主体电路和扩展电路; 主体电路由编码器、计数器、锁存器和门电路组成, 扩展电路由定时器和必要的门电路等组成; 电路实现了主持人根据题目的难易程度设置抢答时间的长短, 利用控制按钮控制系统的清零和抢答开始, 译码显示器上显示倒计时时间和抢答选手的编号, 抢答开始和结束时报警电路发出提示音以提示选手和观众; 通过 Multisim 软件对电路进行仿真, 可实现 8 路抢答、抢答时间的最大设置为 99 s、倒计时显示、抢答选手编号显示、抢答开始声音提示、有选手抢答声音提示和定时时间到声音提示等功能。

**关键词:** 抢答器; 锁存器; 定时电路; 显示; 仿真

## Design and Simulation of Multifunctional Quiz Answering Device Based on Multisim

Gao Meirong

(College of Physics and Optoelectronic Technology, Baoji University of Science and Arts, Baoji 721016, China)

**Abstract:** The design of multi-function quiz contest Responder can achieve 8 way to answer. The circuit consists of two parts: the main circuit and the extended circuit. The main circuit is composed of encoder, counter, latch and gate circuit. The expansion circuit consists of timers and necessary gate circuits. The host sets the answer in time according to the degree of difficulty of the problem, using the control button control system reset and responder, the countdown time and the number of answer players displayed on the display of decoding, the answer at the beginning and end of the alarm circuit to send out sound to remind the players and the audience. The circuit is simulated by Multisim software, The maximum setting functions include 8 answer, answer time is 99 s, countdown display, player number display, Prompt start sound prompt, players answer the sound prompt and timing time to voice prompts and other functions.

**Keywords:** answering device; latch; timing circuit; display; simulation

## 0 引言

抢答器在各种智力知识竞赛和娱乐场合变成一种必不可少的最公正的用具。在许多知识竞赛和娱乐活动中都会有抢答环节, 主持人会通过让选手举答题板的方法或者举手的方法给予选手答题权, 这种方法会因为主持人的误判, 使比赛失去了公平性, 随着抢答器的出现, 这样的问题就能避免。早期的抢答器仅具有抢答锁定功能, 随着科技的飞速发展, 本设计在原有的基础上增加了定时功能、报警功能、数字显示和灯光等功能。该电路利用数字集成芯片完成设计了一套电路简单、功能齐全、易于操作、响应时间短、计时电路计时准确的智力竞赛抢答器<sup>[1]</sup>。

## 1 总体方案设计

抢答器能实现的功能为: 1) 该抢答器设置了 8 个按键, 编号分别是 0~7, 编号与选手或代表队的编号相对应, 表示允许 8 个选手或代表队同时参与抢答; 2) 设置了一个控制开关, 节目主持人打开控制开关, 表示抢答的开始, 闭合控制开

关用来清除上一轮的抢答结果; 3) 抢答器具有数据锁存和显示功能<sup>[2]</sup>。抢答开始, 最先按下抢答按钮的选手编号立即被锁存, 对应的编号在显示器上显示, 扬声器发出音响提示。其他选手再进行抢答时, 系统不工作。主持人闭合控制开关将系统清零, 重新打开抢答控制按钮才可以继续下一轮抢答; 4) 设有时间设定按钮来完成定时抢答的功能, 每次主持人可以根据题目的难易程度来设定抢答的时间, 时间设定好当主持人打开“开始”按钮后, 显示器上显示剩余时间, 同时扬声器发出提示音<sup>[3]</sup>; 5) 选手如果在主持人规定的时间内按下抢答按钮进行抢答, 此次抢答有效, 显示电路显示出抢答选手的编号, 同时定时器停止工作, 显示剩余时间, 扬声器发出提示音, 直到下一轮抢答开始; 6) 如果在设定的时间内没有选手按下抢答按钮进行抢答, 抢答电路停止工作, 选手再进行抢答是无效的, 直到主持人按下“开始”按钮后才可进行下一轮抢答。

多功能智力竞赛抢答器设计框图如图 1 所示。由主体电路和扩展电路两部分组成。主体电路包括主持人控制电路、抢答电路、优先编码电路、锁存电路、译码电路、编号显示电路和报警电路。扩展电路包括由 555 定时器构成的秒脉冲产生电路、定时电路、译码电路和时间显示电路。

## 2 件电路设计

### 2.1 硬抢答电路

抢答电路如图 2 所示, 由 8 线-3 线优先编码器 74LS148、

收稿日期: 2017-09-15; 修回日期: 2017-11-09。

基金项目: 宝鸡市科技计划项目项目(15RKX-1-17)。

作者简介: 高美蓉(1980-), 女, 陕西宝鸡人, 硕士, 讲师, 主要从事应用电子技术教学与研究。

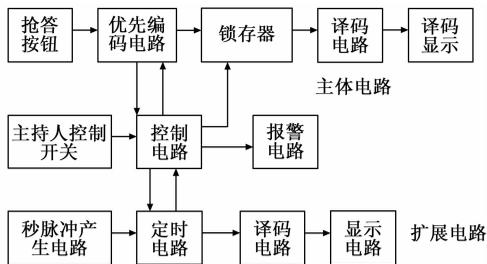


图 1 多功能智力竞赛抢答器设计框图

4R-S 触发器 74LS279 和数码管组成<sup>[4]</sup>。开关 A 闭合时，触发器的 R 端为低电平，74LS148 输入端没有按键按下时，A0A1A2=111，GS 为高电平，4 个 RS 触发器的输出端都为 0，实现清零功能。开关 A 打开时，开始抢答，8 个按键有任意一个按下，74LS148 实现编码，例如 S8 按下，74LS148 的 D7=0，输出 A0A1A2=000，GS=0。触发器的 R=1，4 个 RS 触发器的输出端都为 1，数码管显示 7，74LS148 的 EI=1，74LS148 不工作。4R-S 触发器 74LS279 实现锁存功能，其他选手抢答不起作用。主持人实现清零后，开始下一轮抢答。

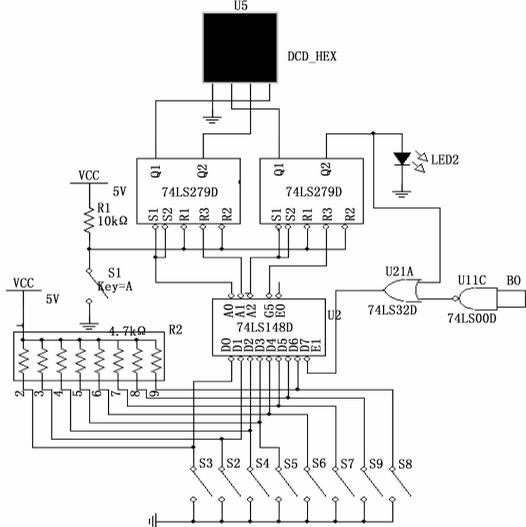


图 2 抢答电路

### 2.2 定时电路

74LS90 是一种中规模二-五-十进制异步计数器，通过两片 74LS90 级连组成一个一百进制的计数器<sup>[5]</sup>。74LS192 是由两个时钟方式构成的十进制加法/减法计数器，74LS90 设置计数时间，74LS192 完成到计时。如图 3 所示，S1 闭合时，74LS192 预置输入控制端 LOAD=0，设置倒计时时间。开关 S11 按下一次倒计时时间加 1 秒，S1 打开时，开始抢答，74LS192 实现减法计数，当有选手抢答时，倒计时停止。

### 2.3 时序控制电路

由 555 定时器接成多谐振荡器，如图 4 所示，多谐振荡器输出脉冲频率计算方法为：

$$T = 0.7(R_1 + 2R_2)C_3 \quad (1)$$

$$f = \frac{1}{0.7(R_1 + 2R_2)C_3} \quad (2)$$

图 4 电路中， $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ ， $R_2 = 68 \text{ k}\Omega$ ， $C_3 = 10 \mu\text{F}$ ，将  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $C_3$  代入周期计算公式 (1) 得：

$$T = 0.7(10 \times 10^3 + 2 \times 68 \times 10^3) \times 10 \times 10^{-6} \approx 1 \text{ s}$$

输出周期为 1 s 的方波<sup>[6-7]</sup>。如图 4 所示，通过 3 片 74LS00 送入 74LS192 减时钟输入端 DOWN。分为 3 种情况：1) 主持人开关闭合时，异步置数，设置倒计时时间；2) 主持人开关打开，开始抢答。DOWN 输出周期为 1 s 的方波，显示倒计时时间。时间到 0 时，未有选手抢答，DOWN 输出周期为高电平，倒计时时间显示为 0；3) 主持人开关打开，开始抢答。当有选手抢答时，DOWN 输出周期为高电平，倒计时时间停止。

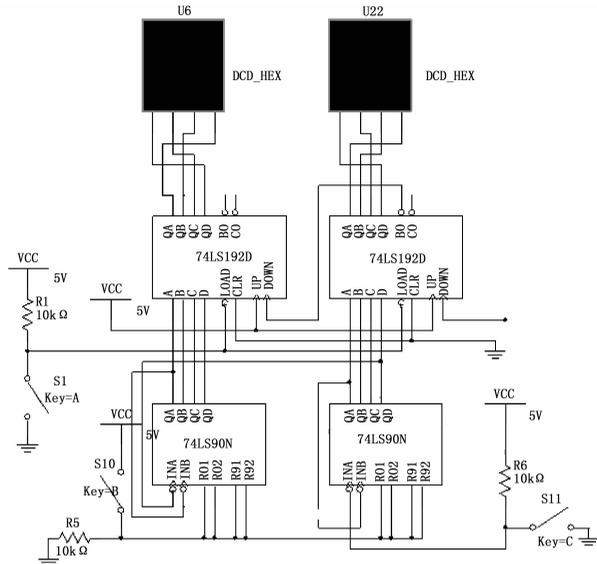


图 3 定时电路

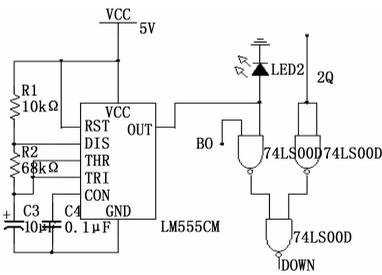


图 4 时序控制电路

### 2.4 声响电路

声响电路如图 5 所示，主要由单稳态触发器 SN74121 和蜂鸣器组成。其输出信号经三极管推动扬声器发出报警<sup>[8]</sup>。扬声器需要音频振荡电路才可以发声，而蜂鸣器只需要接上电源就能发出声音，电路比扬声器电路更加简单可靠。单稳态触发器触发后的暂态持续时间可以通过  $R_7 = 100 \text{ K}$ 、 $C_3 = 10 \mu\text{F}$  计算得出大约是 0.5 s，进而蜂鸣器发出提示音的时间大约是 0.5 s<sup>[9-10]</sup>。SN74121 的引脚 B 接主持人开关 S1 的一端，SN74121 引脚 A2 接秒十位的 74LS192 的输出引脚 BO，SN74121 的 A1 接 74LS08 输出端，74LS08 输入端接 74LS148 的输出端引脚 GS。主持人开关 S1 打开，开始抢答，引脚 B 由低电平变高电平，出现上升沿，触发器开始工作，蜂鸣器发出提示音；主持人开关 S1 打开，抢答开始引脚 B 为高电平，当有选手进行抢答后，74LS148 的引脚 GS 由高电平变为低电平，输出一个负脉冲，触发器输出高电平驱动蜂鸣器发出提示

音。为了保证电路的时序的正确性和电路能正常工作,使用了与门 74LS08 起到时延的作用;主持人打开开始开关,在设定的时间内没有选手抢答时,单稳态触发器 SN74121 的引脚 B=1,引脚 A1=1,74LS192 的借位输出端 BO 由高电平变为低电平,送入 SN74121 的引脚 A2,触发器工作,蜂鸣器发出提示音。通过电路图中的 DCD\_BARGRAPH 能看到在仿真过程中蜂鸣器两端电压的高低,通过电压的高低检验蜂鸣器能不能发出声音<sup>[11-12]</sup>。

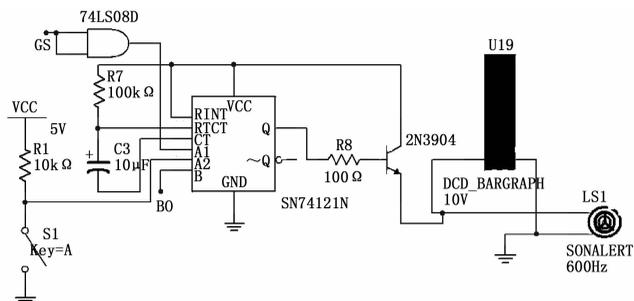


图 5 声响电路

### 3 电路仿真及其工作过程

#### 3.1 抢答仿真

主持人将开关 S1 闭合置于停止位时,8 个选手中任何一个按下抢答按钮,数码管都不显示,表示封锁输入,抢答电路不工作;主持人将开关 S1 打开置于开始位时,通过定时器设置了抢答时间,在该时间内选手 2 按下抢答按钮,数码管显示抢答选手对应的编号 2,如果超出定时器设置的抢答时间,选手 2 按下抢答按钮,抢答电路不工作。

#### 3.2 锁存仿真

主持人将开关 S1 打开置于开始位时,先后有 5 和 2 两名选手按下抢答按钮,选手编号显示数码管只显示了最早按下抢答按钮的选手对应的编号“5”,不会再显示“2”。表示电路具有编码和锁存的能力;主持人将开关 S1 打开置于开始位时,先后有 5 和 7 两名选手按下抢答按钮,选手编号显示数码管只显示了最早按下抢答按钮的选手对应的编号“5”,没有显示“7”。表示电路屏蔽了 8 线—3 线优先编码器 74LS148 按照优先级编码的特性,按照抢答的先后顺序只对最先按下抢答按钮的选手对应的编号进行编码和锁存,虽然之后按下抢答按钮的选手输入端优先级比最先按下抢答按钮的选手输入端优先级高。

#### 3.3 定时功能仿真

主持人将开关 S1 闭合置于停止位时,可以设置定时时间的长短,每按下一次,时间加 1 s,按下 10 次表示设置的倒计时时间为 10 s,时间显示数码管上显示倒计时时间“10”,倒计时时间最大可以设置为 99 s,主持人将开关 S1 打开置于开始位时,定时器开始倒计时,在定时时间内选手 5 按下抢答按钮,倒计时时间停止,选手编号显示数码管上显示“5”,时间显示数码管上显示剩余时间“04”;如果定时器设置的抢答时间已到后,在定时时间内没有选手按下抢答按钮,时间显示数码管停止在“00”不动,有选手超时抢答后,选手编号显示数码管不显示,封存了输入电路,表示禁止选手超时后抢答;主持人将开关 S1 打开置于开始位时,开始下一轮的抢答,倒计时时间为上一轮定时器设置的抢答时间,主持人将开关 S1 闭合置于停止位时,按下开关 S10,通过开关 S11 可以重新设置

定时时间。从仿真效果可以看出定时电路可设定定时时间长短,一次设定可以长久有效,也可以随时设定。从仿真效果还可以看出定时电路具有倒计时的功能。

#### 3.4 报警功能仿真

主持人将开关 S1 打开置于停止位,通过定时电路设置好定时时间,将开关 S1 打开置于开始位,蜂鸣器发出提示音,时间大约是 0.5 s。DCD\_BARGRAPH 亮,说明开始抢答有声响提示;主持人将开关 S1 打开置于停止位,通过定时电路设置好定时时间,将开关 S1 打开置于开始位,当有选手 3 在定时时间内按下抢答按钮时,蜂鸣器发出提示音,时间大约是 0.5 s,DCD\_BARGRAPH 亮,说明抢答成功有声响提示;主持人将开关 S1 打开置于停止位,通过定时电路设置好定时时间,将开关 S1 打开置于开始位,如果定时抢答时间已到,没有选手抢答而按下其中一个抢答按钮,蜂鸣器发出提示音,时间大约是 0.5 s,DCD\_BARGRAPH 亮,说明开始定时时间已到有声响提示。

#### 3.5 整体电路仿真

如图 3 所示,主持人将开关 S1 打开置于停止位,通过按键 J11 来设置定时时间的数值,每按下一次时间加 1 s,例如当按下 J11 八次后,设定定时时间为 8 s,时间显示数码管上显示“08”。主持人将开关 S1 打开置于开始位时,表示开始强答,蜂鸣器电路发出提示音,时间显示数码管上显示倒计时时间,按下其中一个抢答按钮 S2 时,选手编号显示数码管显示“1”,倒计时时间停止,时间显示数码管上显示剩余时间。其他选手再进行抢答,数码管仍然显示“1”。抢答成功后声响提示时间大约为 0.5 s,同时 DCD\_BARGRAPH 亮<sup>[13]</sup>。如果主持人宣布开始抢答,在设定的时间内没有选手按下抢答键,时间计时到零为止,声响电路发出提示音,同时 DCD\_BARGRAPH 亮,不显示选手编号。如果定时抢答时间已经显示为“00”,再按下其中一个抢答按钮,抢答都是无效状态,数码管不显示任何值,说明该电路具有禁止选手超时后抢答的功能<sup>[14-15]</sup>。S10 按下可以利用 S11 重新设定定时时间。

### 4 结语

本文设计的抢答器以集成芯片为核心,采用组合逻辑电路和时序逻辑电路相结合的设计思路,完成数字抢答器的设计,并利用 Multisim12 软件进行仿真调试。该设计除了具有普通抢答的功能外,同时还增加了设置定时时间电路、声响电路、数码管显示电路,该抢答器具有成本低、体积小、适用性强、性能稳定等优点。它在日常各种智力竞赛中被广泛应用。为丰富人们日常生活的各种智力竞赛提供方便,具有良好的应用前景。

#### 参考文献:

- [1] 刘希鹏. 多路智能竞赛抢答器设计\_数字电路课程设计 [EB/OL]. <http://wenku.baidu.com>.
- [2] 陈莉. 基于 Multisim 的智力竞赛抢答器电路设计 [J]. 电子技术与软件工程, 2015 (18): 123.
- [3] 王冉. 基于 Multisim 12 的电子电路仿真研究 [J]. 电子制作, 2014 (9): 12-13.
- [4] 宋朝君. 多功能 8 路数字抢答器的设计与仿真实现 [J]. 计算机光盘软件与应用, 2013 (19): 57-58.

(下转第 206 页)