

数字电子电路制作与调试 实训指导书

八路数字显示抢答器

所在系院： _____ 电力电子工程系 _____

专业班级： _____

学生学号： _____

学生姓名： _____

课程名称： _____ 数字电子技术电路制作与调试 _____

指导教师： _____

2018年9月1日

一、实训目的:

通过课程实训,使学生加强对电子技术电路的理解,学会查询资料、方案比较,以及电路制作调试等环节,进一步提高分析解决实际问题的能力。

- 1、深入的了解元器件的使用方法;
- 2、了解各种元器件的基本用途和方法;
- 3、能够灵活敏捷的分析、判断及解决电路中出现的故障;
- 4、积累更多电路设计的经验;
- 5、加强焊接能力和技巧、完成基本的要求;

二、实训内容:

- 1、设计制作一个八路抢答器,要求具有抢答功能,电路基本要求内含蜂鸣器、显示器等;
- 2、画出抢答器的电路原理图,分析各部分电路的工作原理;
- 3、.抢答组数分为八组,序号分别为 S0 ~ S7,优先抢答者按动本组按键,组号立即在 LED 显示器上显示,同时封锁住其他组的按键信号。
- 4、系统设置外部清除键,按动清除键,LED 显示器自动清零灭灯。
- 5、电源: 220V/50HZ 的工频交流电供电。

三、技术指标

- 1、设计 8 组参赛的抢答器,每组设置一个抢答按钮。
- 2、电路具有第一抢答信号鉴别与锁存功能,抢答成功后,显示组别,发出声音。
- 3、由主持人宣布开始清零

四、实训安排:

安排 时间	实训内容		实训地点
	上午	下午	
星期一	原理讲解	查找资料,进行方案设计与选择优化	电力实训楼 402
星期二	查找资料,进行方案设计与选择优化	套件元器件清点测试	电力实训楼 402
星期三	套件焊接	套件焊接、调试组装	电力实训楼 402
星期四	调试组装		电力实训楼 402
星期五	实训报告撰写	实训总结撰写	电力实训楼 402

八路抢答器制作与调试

抢答器是一个机关学校开展智力竞赛活动必不可少的设备，广泛应用于学校、教育部门、企事业工会组织、俱乐部等单位组织举办各种知识、技术竞赛及文娱活动时作抢答使用。

一、系统的主要功能简介

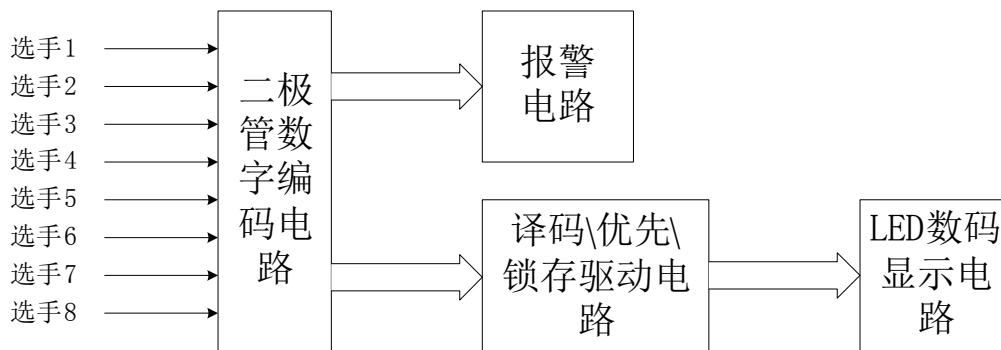
4511 型八路数显抢答器的主要功能有如下三点：

1. 可同时供 8 名选手参加比赛，其相应的编号分别是 1、2、3、4、5、6、7、8，各用一个抢答按钮，**按钮的编号**与选手的编号相对应。
2. 给主持人设置一个**控制开关**，用来控制系统的清零（编号显示数码管灭灯）和抢答的开始。
3. 抢答器具有**数据锁存**和**显示**的功能。抢答开始后，若有选手按动抢答按钮，编号立即锁存，并在 LED 数码管上显示出选手的编号。

二、抢答器的工作过程

- 1、开始上电之后，主持人按复位键，抢答开始。如有选手按下抢答键，报警电路会发出讯响声，并且数码显示电路上会显示成功抢答的选手的编号。
- 2、当有选手抢答成功之后，系统就进行了优先锁存，其他抢答选手抢答无效。
- 3、如果主持人未按下复位键，而有人按了抢答按键，此次抢答无效，只有当主持人按下了复位键，选手才能进行顺利抢答。

三、八路数字抢答器总体方框图

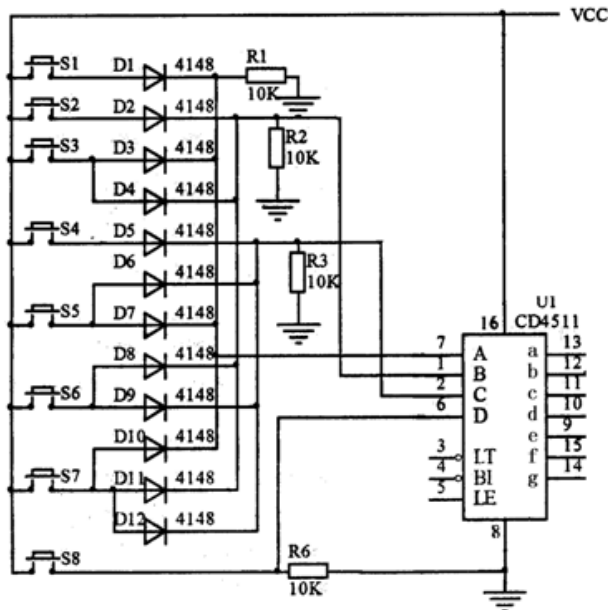


八路智能数显抢答器框图

1. 抢答器设计中的数字编码电路

参考电路如图所示，S1—S8 组成 1—8 路抢答器，D1—D12 组成数字编码器。该电路完成的功能是：通过编码二极管编成 BCD 码，将高电平加到 CD4511 所对应的输入端。从 CD4511 的引脚可以看出，引脚 6，2，1，7 分别为 BCD 码的 D、C、B、A 位

(D 为高位, A 为低位, 即 D、C、B、A 分别代表 BCD 码 8、4、2、1 位)。



二极管数字编码系统电路

工作过程：当电路上电，主持人按下复位键，CD4511 输入 BCD 码为“0000”，选手就可以开始抢答。当选手 1 按下 S1 抢答键，高电平通过编码二极管 D1 加到 CD4511 集成芯片的 7 脚（A 位），7 脚为高电平，1、2、6 脚保持低电平，此时 CD4511 输入 BCD 码为“0001”；当选手 2 按下 S2 抢答键，高电平通过编码二极管 D2 加到 CD4511 集成芯片的 1 脚（B 位），1 脚为高电平，2、6、7 脚保持低电平，此时 CD4511 输入 BCD 码为“0010”；以此类推，当选手 8 按下 S8 抢答键，高电平加到 CD4511 集成芯片的 6 脚（D 位），6 脚为高电平，1、2、7 脚保持低电平，此时 CD4511 输入 BCD 码为“1000”。输入的 BCD 码就是键的号码，并自动地由 CD4511 内部电路译码成十进制数在数码管上显示。

输 入								输 出			
S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	D	C	B	A
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0

编码电路功能表

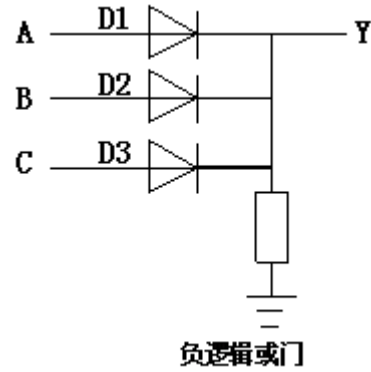
输出逻辑函数

$$A = S_1 + S_3 + S_5 + S_7$$

$$B = S_2 + S_3 + S_6 + S_7$$

$$C = S_4 + S_5 + S_6 + S_7$$

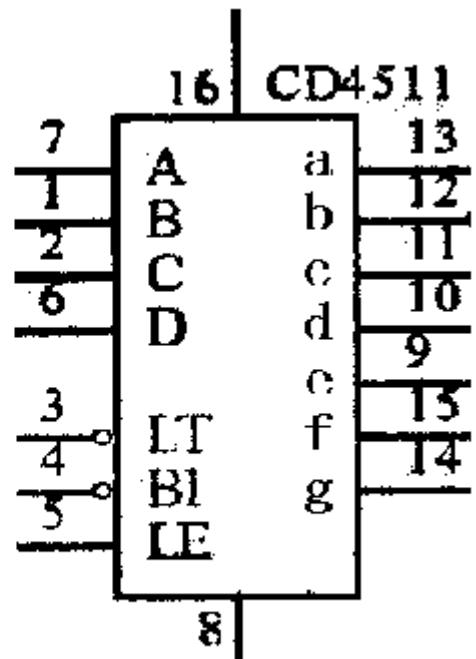
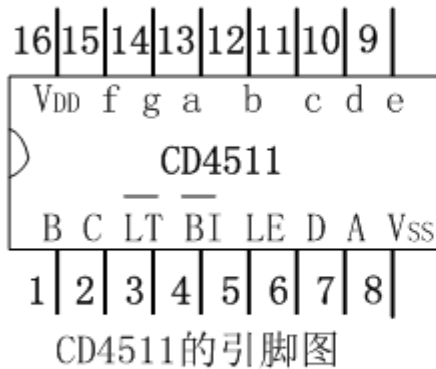
$$D = S_8$$



2. 抢答器设计中的译码/优先/锁存电路

CD4511 是一个用于驱动共阴极 LED（数码管）显示器的 BCD 码—七段码译码器，特点：具有消隐和锁存控制、BCD—七段译码及驱动功能的 CMOS 电路，能提供较大的拉电流，可直接驱动 LED 显示器。

(1)、CD4511 的引脚图



CD4511逻辑符号

其功能介绍如下：

- 1) A、B、C、D：为 8421BCD 码输入端，高电平有效。
- 2) a、b、c、d、e、f、g：为译码输出端，输出为高电平 1 有效，可驱动共阴 LED 数码管。
- 3) \overline{LT} (3 脚)：测试输入端。该端拥有最高级别权限，与其余所有输入端状态无关，只要 $\overline{LT}=0$ 时，译码输出全为 1，不管输入 DCBA 状态如何，七段均

发亮，显示“8”。这一功能主要用于测试目的，因此正常使用中应接高电平。

- 4) $\overline{\text{BI}}$ (4脚): 消隐输入控制端。当 $\overline{\text{LT}}=1$, $\overline{\text{BI}}=0$ 时, 不管其它输入端状态如何, 七段数码管均处于熄灭(消隐)状态, 不显示任何数字。
- 5) LE (5脚): 锁定控制端。当 $\overline{\text{LT}}=1$, $\overline{\text{BI}}=1$ 时, 若该端 $\text{LE}=1$, 则加在A、B、C、D端的外部编码信息不再进入译码, 所以CD4511的输出状态保持不变; 当 $\text{LE}=0$ 时, 则A、B、C、D端的BCD码一经改变, 译码器就立即输出新的译码值。
- 6) 还有两个引脚8、16分别表示的是VDD、VSS。

另外CD4511有拒绝伪码的特点, 当输入数据越过十进制数9(1001)时, 显示字形也自行消隐。同时, CD4511显示数“6”时, a段消隐; 显示数“9”时, d段消隐, 所以显示6、9这两个数时, 字形不太美观。

(2)、译码驱动功能

二极管编码器实现了对开关信号的编码, 并以BCD码的形式输出, 为了将输出的BCD码能够显示对应十进制数, 需要用译码显示电路, 选择常用的七段译码显示驱动器CD4511作为译码电路。CD4511真值表如表所示:

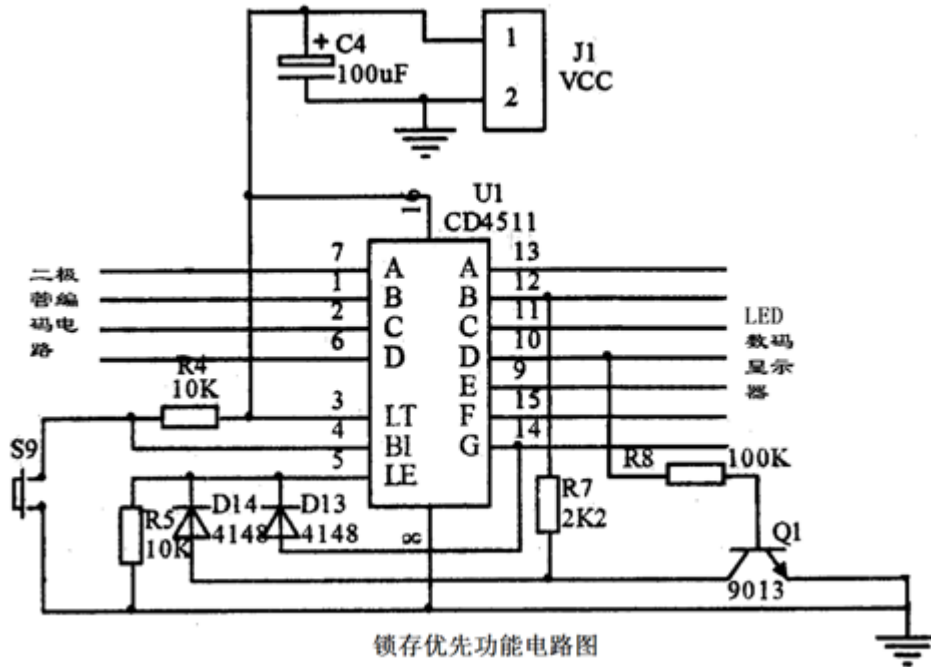
输 入							输 出							
LE	/BI	/LT	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	显示
X	X	0	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	8
X	0	1	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	消隐
0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	2
0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	3
0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	5
0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	6
0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	7
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	9
0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	消隐
~														
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	消隐
1	1	1	X	X	X	X	锁存第一个输入的信号						锁存	

(3)、锁存优先功能

由于抢答器都是多路, 须满足多位抢答者抢答要求, 这就要求有一个先后判定的锁存优先电路, 锁存住第一个抢答信号, 显示相应数码并拒绝后面抢答信号的输入干

扰。

CD4511 内部电路与 Q1, R7, R8, D13, D14 组成的控制电路（见图 CD4511 真值表）可完成这一功能。



当抢答键都未按下时，因为 CD4511 的 BCD 码输入端都有接地电阻（10K），所以 BCD 码的输入端为“0000”，则 CD4511 的输出端 a、b、c、d、e、f 均为高电平，g 为低电平。

a	b	c	d	e	f	g	
1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	0	0	0	b/d
1	1	0	1	1	0	1	
1	1	1	1	0	0	1	g
0	1	1	0	0	1	1	
1	0	1	1	0	1	1	g
0	0	1	1	1	1	1	
1	1	1	0	0	0	0	b/d
1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	g

第一种情况：g亮，或第二种情况：b亮d (e、f) 不亮

第一种情况：g亮，或第二种情况：c亮d (e、f) 不亮

通过对 0-8 这 9 个数字的分析（见上表）可以看到，

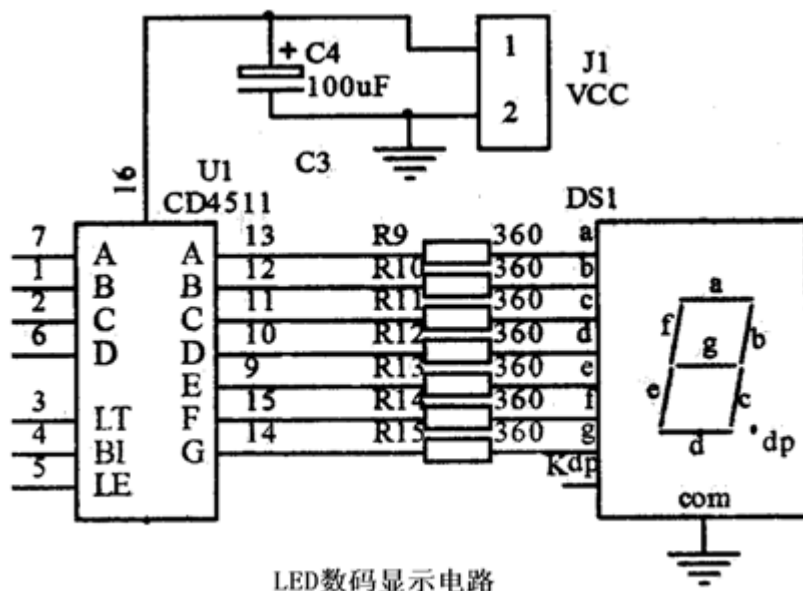
1) 只当数字为 0 时，才出现 d 为高电平，而 g 为低电平，因此选择 g 作为锁存信号，经 D13 加到 CD4511 的 LE 端，这时 Q1 导通，D13、D14 的阳极均为低电平，使 LE 为低电平“0”，这种状态下，CD4511 没有锁存而允许 BCD 码输入。在抢答准备阶段，主持人会按复位键，数显为“0”态；

2) 正是这种情况下，抢答开始，当 S1-S8 任一键按下时，CD4511 的输出端根据按下抢答按键的不同 a~g 输出不同的高低电平，通过 g 经 D13 反馈 LE 端可以实现对 2、3、4、5、6、8 的锁存，但是 1 和 7 由于此时 g 为低电平，无法锁存，因此在选取 b 或 c 作为第二锁存信号；

3) 在利用 b 或 c 作为第二锁存信号后，显示 0 是也将锁存，真是不允许的，经过对上表的分析，选取显示 1、7 为低电平，而显示 0 为高电平的 d 或 e、f 作为第二锁存信号的控制信号，b 接 Q1 的集电极，d 接 Q1 的基极。当显示 1、7 时，b 为高电平，d 为低电平，Q1 截止，d 经 D14 送 LE 锁存；当显示 0 时 b、d 均为高电平，Q1 饱和导通，D14 的阳极为低电平，无法锁存。

3. 抢答器设计中的数码显示电路

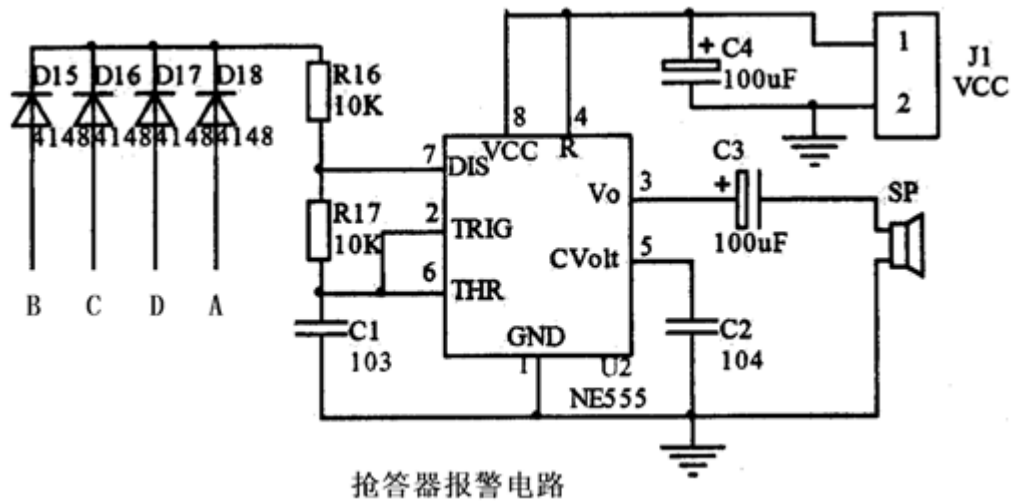
共阴式 LED 数码管的原理图（图 3-6 LED 数码显示电路），使用时，共阴极接地，7 个阳极 a~g 由相应的 BCD 七段译码器来驱动。数码管接 0.5 寸共阴数码管。



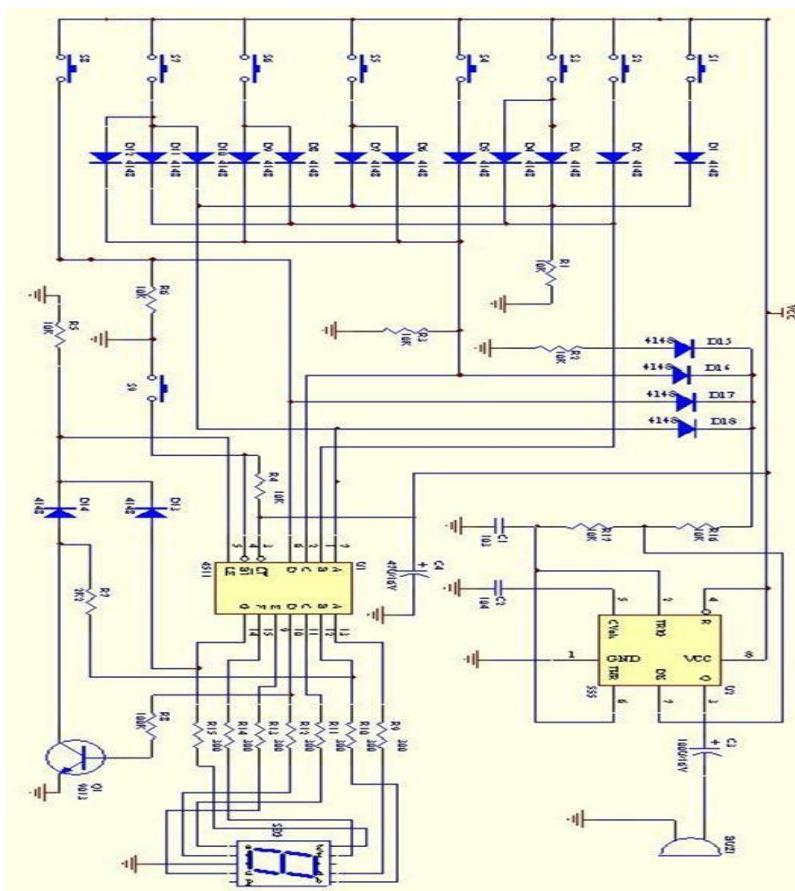
4. 抢答器设计中的报警电路

参考电路如下图所示，抢答器报警电路由 NE555 接成多谐振荡器，扬声器通过 C3 在 NE555 IC 的 3 脚与地之间。R16=R17=10K，C1=0.01，R16 没有直接和电源相

接，而是通过四只 1N4148 组成二极管或门电路接 CD4511 的 1, 2, 6, 7 脚，即输入 BCD 码，任何抢答按键按下，报警电路都能振荡发出讯响声，振荡频率 $f_0 = 1.43 / [(R_{16} + 2R_{17})C_1]$ 。



四、抢答器整体工作原理电路图



抢答器的工作原理:

抢答器讯响电路由 NE555接成音多谐振荡器,其中 $R_{16}=R_{17}=10K$,扬声器通过100UF 的电容器接在 NE555 IC 的3脚与地(GND)之间。 $C_1=0.01$, R_{16} 没有直接和电源相接,而是通过四只1N4148组成二极管或门电路,四只二极管的阳极分别接 CD4511的1, 2, 6, 7脚,任何抢答按键按下,讯响电路都能振荡发出讯响声。

S1-S8组成1-8路抢答键, D1-D12组成数字编码器,任一抢答案键按下,都须通过编码

二极管编成 BCD 码,将高电平加到 CD4511所对应的输入端,从 CD4511的引脚可以看出,引脚 6, 2, 1, 7分别为 BCD 码的 D, C, B, A 位(D 这高位, A 为低位,即 D, C, B, A 分别代表 BCD 码8, 4, 2, 1位)。设 S8键按下,高电平加到 CD4511的6脚,而2, 1, 7脚保持低电平,此时 CD4511输入 BCD 码这“1000”。又如设 S5键按下,此时高电平通过两只二极管 D6, D7加到 CD4511的2脚与7脚,而6, 1脚保持低电平。此时 CD4511输入的 BCD 码是“0101”依此类推,按下第几号抢管键,输入的 BCD 码就是键的号码并自动地由 CD4511内部电路译码成十进制数在数码管上显示。

由于抢答器都是多路即须满足多位抢答者抢答要求,这就有一个先后判定的锁存优先电路,确保第一个抢答信号锁存住,同时数码显示并拒绝后面抢答信号的干扰。CD4511内部电路与 Q1, R7, R8, D13, D14组成的控制电路可完成这一功能,当抢答键都未按下时,因为 CD4511的 BCD 码输入端都有接地电阻(10K),所以 BCD 码的输入端为“0000”。则 CD4511的输出端 a,b,c,d,e,f 均为高电平, g 为低电平。通过对0-9这10个数字的分析(见 CD4511真值表)可以看到,只当数字为0时,才出现 d 为高电平而 g 为低度电平,这时 Q1 导通,D13,D14

的阳极均为低电平,使 CD4511的第5脚,即 LE 端为低电平“0”。这种状态下,CD4511没有锁存而允许 BCD 码输入,在抢答准备阶段,主持人会按复位键数显为“0”态.正是这种情况下,抢答开始.当 S1-S8 任一键按下时,CD4511的输出端 d 为低电平或输出端 g 为高电平,这两种状态必有一个存在或都存在,迫使 CD4511的 LE 端(第5脚)由0到1,反映抢答键信号的 BCD 码允许输入,并使 CD4511的 a,b,c,d,e,f,g 七个输出锁存保持在 LE 为0时输入的 BCD 码之显示状态.例如 S1按下,数码管应显示1,此时仅 e,f 为高电平,而 d 为低电平.此时三极管 Q1的基极亦为低电平,集电极为高电平.经 D13加至 CD4511第5脚,即 LE 由0-1状态.则在 LE 为“0”时输入给 CD4511的第一个 BCD 码数据,被判定优先而锁存.所以数码管显示对应 S1送来的信号是1,S1之后的任一按键信号都不显示.为了进行下一题的抢答,主持人顺先按下复位键 S9,清除锁存器内的数值,数显先是熄灭一下,再复“0”显状态,此后若 S5键第一个按下,这时应立即显“5”。与此同时 CD4511的输出端14脚 g 为高电平(10脚 d 为低电平,12脚 b 为低电平,Q1截止),并通过 D14使 CD4511的第4脚为高电平.此时 LE 呈“0”—“1”状态,于是电路判定优先锁存.后边接踵面来的其它按键信号被封住,可见电路“优先锁存”后,任何抢答键均失去作用。

五.焊接, 调试分析

1. 元件清点及其测量工作.

- (1) 拿到元件后检查元件是否损坏,检查元件的个数是否正常。
- (2) 对元件进行测量测出元件工作参数对照电路图找出相应位置。

2. 焊接步骤

先是用万用表测试每个元件的好坏,保证焊接前不会因为元件的问题而导致电路不能正常工作。然后就是焊接,焊接时保证元件不被烧坏,焊接时间尽可能短,特别

是芯片，要先焊插槽。全部焊接上去了以后就是调试。

3. 将做好的八路显示抢答器通入 5V 直流电，进行调试。若果能够正常运行则说明该抢答器是好的，符合要求。若果不能够正常工作，则要检查电路连接是否正常、各个元器件焊接是否正确以及有没有出现虚焊漏焊等现象。及时排除故障并进行调试。

要求电路正常工作，按第一个键时显示“1”，锁存，按复位键，清零；同理任意按哪个数字键，在数码管上都能显示，也可锁存清零

附：元件清单：

名称	规格	数量
电阻	470Ω	7
电阻	10k	6
电阻	100k	1
电阻	2.2k	1
二极管	1N4148	18
按钮	S	9
电解电容	100uF	1
三极管	9013	1
蜂鸣器	LS1	1
CD4511	CD4511	1
显示器	DS1	1
电源插线座	/	1
PCB 板	70x80mm	1