

第一章 控制灯光电路

“HAPPY NEW YEAR’ 广告牌

本文介绍的是一个电路简单、成本低廉的广告牌的制作，它由 173 个直径为 3mm 的发光二极管组成“HAPPY NEW YEAR 2006”几个字，并通过电路控制产生不同的视觉效果（图 1.1.1）。

电路见图 1.1.2。LED1~LED11 用来显示字母“H”（见图 1.1.3）。LED1~LED11 的正极接在“A’点，负极接在“B”点。字母“A’由 LED12~LED21 组成，与前面类似，LED12~LED21 的正极接在“A”点，负极与电阻 R8 相连（电路图上没有显示 R8）。通过这样的 LED 的组合可以很方便地显示不同的文字信息。



图 1.1.1

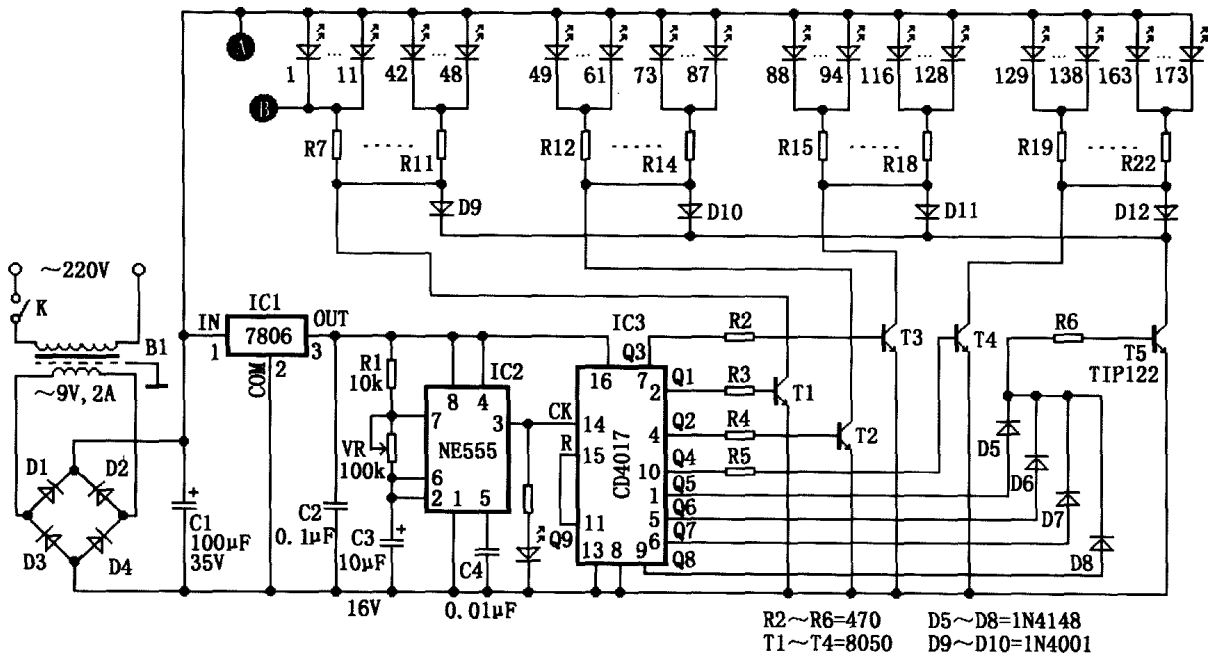


图 1.1.2

电源部分由 B1、D1~D4、C1、IC1、C2 组成。变压器 B1 输出的 9V 交流电通过 D1~D4 整流和 C1 滤波后给 LED 显示部分供电。变压器的功率应根据使用的发光二极管所消耗的功率计算。如果按每个发光二极管工作时的电流为 12mA 计算，所有发光二极管全部工作时需要的电流为： $173 \times 0.012 \approx 2(A)$ 。变压器的功率可按下面方法估算：

$$P = (U \times I) / 80\% = (9 \times 2) / 80\% = 22.5 (W)$$

考虑到控制电路部分的需要和工作可靠性，可选择功率在 25W 左右、次级电压为 9V 的变压器。

三端稳压器 IC1 (7806) 为控制部分提供稳定的 6V 电源。时基电路 IC2 (NE555) 接成非稳态多谐振荡器形式产生 1Hz 的时钟信号，时钟频率可通过 VR 进行调节。该时钟信号被引入 IC3 十进制计数器 CD4017 作为计数脉冲。随着计数脉冲的变化，IC3 的 Q1~Q8 会依次循环出现高电平。高电平出现的快慢由 IC2 输出的时钟信号频率决定。

当 IC3 的 Q1 (2 脚) 输出高电平时，T1 导通，电流通过发光二极管 LED1~LED48、电阻 R7~R11 和 T1 流回负极，此时字母“HAPPY”被显示出来。

1 秒钟后，IC3 的 Q1 端变为低电平，Q2 (4 脚) 变为高电平，此时 T2 导通，字母“NEW”被显示出来。

同样原理，1 秒钟后，字母“YEAR”，发光并维持点亮 1 秒钟，之后是数字“2006”发光并维持点亮 1 秒钟。

在“HAPPY”、“NEW”、“YEAR”、“2006”几个字母依次点亮后，IC3 的 Q5~Q8 随时钟频率依次变为高电平，经过 D5~D8 使 T5 每秒钟导通一次，由于 D9~D12 的作用，使得“HAPPY”、“NEW”、“YEAR”、“2006”这几个字按每秒一次的频率同时闪烁 4 次，以增强视觉效果。之后再按字母依次点亮，重复循环。

选择 R7~R22 时应考虑 LED 的情况及电源电压。如前面所述，按每个二极管工作时的电流为 12mA，工作电压为 3V，以及电源电压为 10V 计算，字母“A”上流过的电流为 $0.012 \times 11 = 0.132 (A)$ ，电阻 R7 上的压降为 $10V - 3V = 7V$ ，因此电阻 R7 阻值 $R = 7V / 0.132A = 53\Omega$ ，电阻 R7 功率 $P = I^2 R = 0.132^2 \times 53 = 0.92 (W)$ 。由于每个字母所用的二极管数量差别不大，所以 R7~R22 可选择阻值 47~68Ω、功率 2W 左右的电阻。

T5 由于工作电流较大，需加散热器。

其他元件可参考图 1.1.2 选择。

很显然，此电路通过不同的二极管组合和功率扩展可以做出很多不同的简单信息显示，起到广告效果。

简易闪烁 LED 灯

在采用 220V 交流供电的仪器设备、家用电器中，安装或改装一个本文介绍的闪烁电源指示灯，不仅耗电小、寿命长，而且美观大方，非常引人注目。

电路如图 1.2.1 所示。利用三极管 V 在雪崩击穿状态下的负阻特性和电容 C 的充放电特性，构成一个弛张振荡器。接通电源后，220V 交流电经二极管 D 半波整流、电阻 R 限流、对 C 充电。当 C 两端电压上升到 V 的雪崩电压（实测约 9V）时，C 便经过 V 迅速放电，使串入放电回路的 LED 发光。放电结束后，V 恢复截止状态，C 又开始充电并重复上

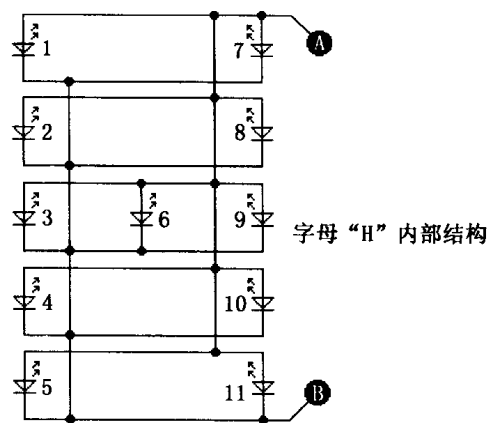


图 1.1.3

述过程。V 由基极加入的同步信号来触发雪崩。电路工作电流实测仅 0.17mA。

V 选用饱和压降小一些的 9013 或 3DG12 型硅 NPN 三极管。LED 最好用高亮度红色发光二极管。D 用反压大于 400V 的硅整流二极管。适当改变 R 和 C 的数值，可调节 LED 的闪光速度。

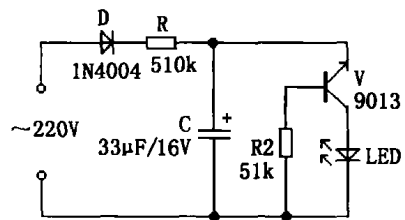


图 1.2

闪烁彩球

这款闪烁彩球的制成品见图 1.3.1。它采用常见的“自由多谐振荡器”电路，见图 1.3.2。

自由多谐振荡器与一般振荡器不同，一般振荡器所产生的信号都为正弦波，而自由多谐振荡器产生的是周期交变的方波。

图 1.3.2 中，R5~R7，C1、C2，T1、T2 组成基本的自由多谐振荡器电路。振荡产生的过程与一般电路不同，电路发生振荡是由于加电时，晶体管 T1 和 T2 导通状态稍有差异，使两组 RC 电路先后进行充放电而引起的。

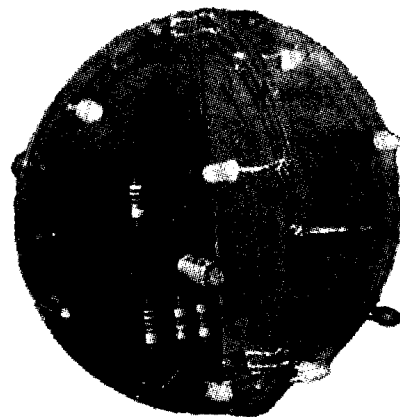


图 1.3

假设 T1 比 T2 先导通，T1 的导通使其动态电阻减小，集电极电压降低。降低的电压通过 C1 耦合至 T2 的

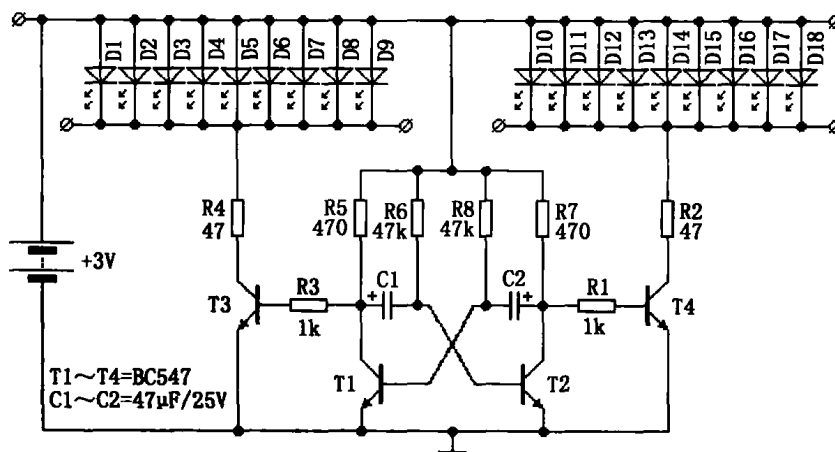


图 1.3.2

基极，减小了 T2 的正向偏置，T2 趋向截止，动态电阻加大，这个大电阻与 R7 (470Ω) 分压，可以近似认为电源电压都加到 T2 的集电极。由于 T2 集电极正电位很高，会通过 C2 耦合到 T1 的基极，激励 T1 进入饱和，最后使得 T1 完全饱和 (T1 的集电极电压下降接近于地电压)，而 T2 完全截止 (T2 的集电极电压接近于电源电压)。因为电源刚接通时，C1 充电电压方向是左正右负，所以 T1 饱和相当于 C1 左端接地，C1 的右端接在 T2 的基极，近似一个负电压接在 T2 的基极，保持 T2 截止。

然而，C1上的负电压并不能保持很久，它会通过R6和T1放电。放电时间常数由R6、C1的值的乘积决定。实践证明，只要经过 $T=0.7R_6C_1$ ，C1上的电荷就基本放完，T2基极的电压就由负变成零。此时C1通过R6被正向充电，T2基极电压逐渐升高，直至T2脱离截止区，经过放大区，趋向饱和区，又一个连锁过程发生了，最后T2完全饱和，T1完全截止。只要供给电源不断开，上述交变现象就会永不休止地进行下去。在T1的集电极或T2的集电极都可以输出脉冲方波。

以上现象说明，晶体管T1、T2充当了两只电子开关，电子开关的转换由RC时间常数决定，并由此决定了方波的脉冲宽度：

$$T_1=0.7R_8C_2 \quad T_2=0.7R_6C_1$$

两个方波的脉冲宽之和就是重复周期：

$$T=T_1+T_2=0.7(R_8C_2+R_6C_1)$$

若 $R_8=R_6$ ， $C_1=C_2$ ，则：

$$T=1.4RC$$

图1.3.3给出了T1集电极和T2集电极输出的方波波形。

由上面公式可以计算出：图1.3.2电路的重复周期为 $T=1.4RC=1.4 \times 47 \times 10^{-6} \times 47 \times 10^3=3(s)$ 频率为 $f=1/T=0.33(Hz)$ 。

输出的方波通过T3、T4驱动，使二极管T1~T9和T10~T18交替闪烁。图1.3.4为电路板图。请注意图1.3.4电路板上两根跳线，否则电路会不工作。

电路板应制作两块，交错安装，如图1.3.1电路只要按图安装无误，无需调试即可工作。

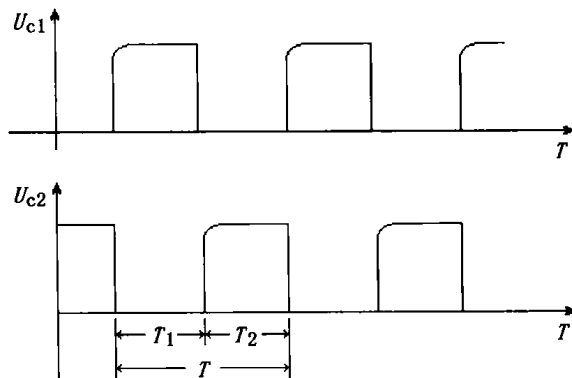


图 1.3.3

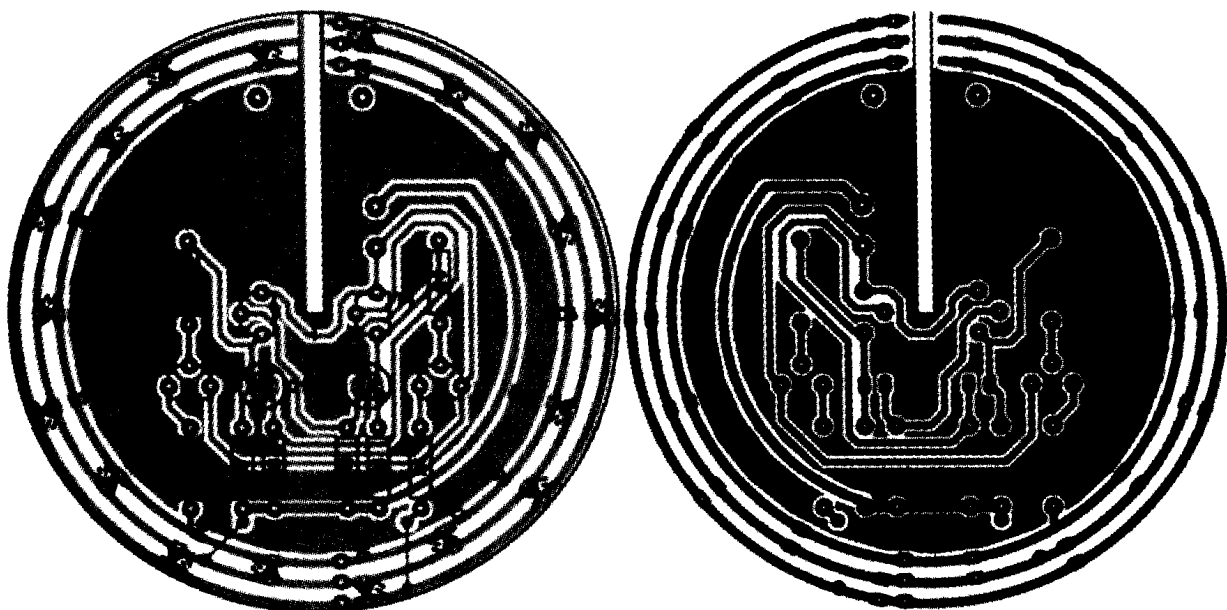


图 1.3.4

大型 LED 灯组

图 1.4.1 是利用简单、廉价的 CMOS 六反相器 CD4069 为主构成的彩灯电路。它可控制 4 个回路共 200 只发光二极管（每路 50 只）。电路直接由 220V 电源驱动，无需电源变压器。

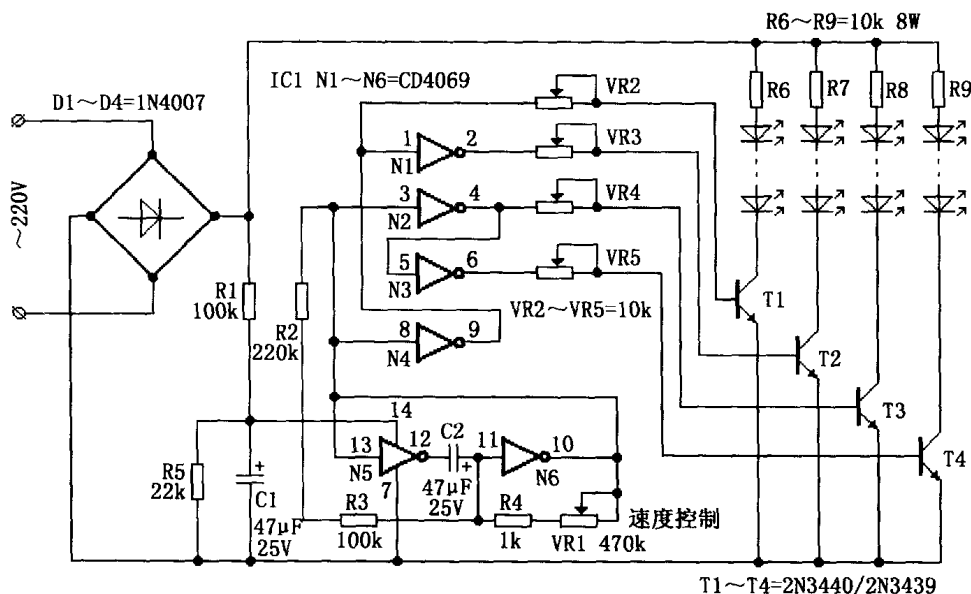


图 1.4.1

电源电压经 D1~D4 桥式整流后，通过 R1、R5 的分压及 C1 的滤波，在 C1 的两端获得约 6V 直流电压供 IC1 (CD4069) 使用。N5 和 N6 构成低频振荡器，其振荡频率可由 VR1 来调节。其输出经过 N1 至 N4 的组合反相整形来控制 4 个高反压三极管 T1~T4 (2N3440/2N3439)。T1~T4 每通道有 50 个 LED 为彩灯负载。VR2~VR5 用来调节 T1~T4 的基极电流以适应不同的彩灯负载。

为保证振荡器的输出效果，制作时注意 C2 应选择低漏电、高质量的电容。T1~T4 根据实际使用情况选择合适的高反压三极管。其他元器件的选择请参照图 1.4.1。

以上电路直接与市电接触，制作时应注意安全。

闪烁彩灯一

图 1.5.1 为一个适合初学者自制的、成本低廉的 220V 彩灯。它不仅制作非常简单，还无需特殊的集成电路和变压器。

电路由电阻 R1、R2，电容 C1、C2 和 C3，二极管 D1、D2 和 ZD1 组成 5V 直流电源分给后面的自由多谐振荡电路及晶闸管触发电路使用。多谐振荡电路由两个 BC548 三极管 (T1、T2) 组成，其工作频率由电容 C4、C5 和电阻 R3~R7 决定。当振荡信号输出处于正半周时，T3 将导通，同时晶闸管 BT136 导通，灯泡点亮。输出信号为负半周时，T3 截止，

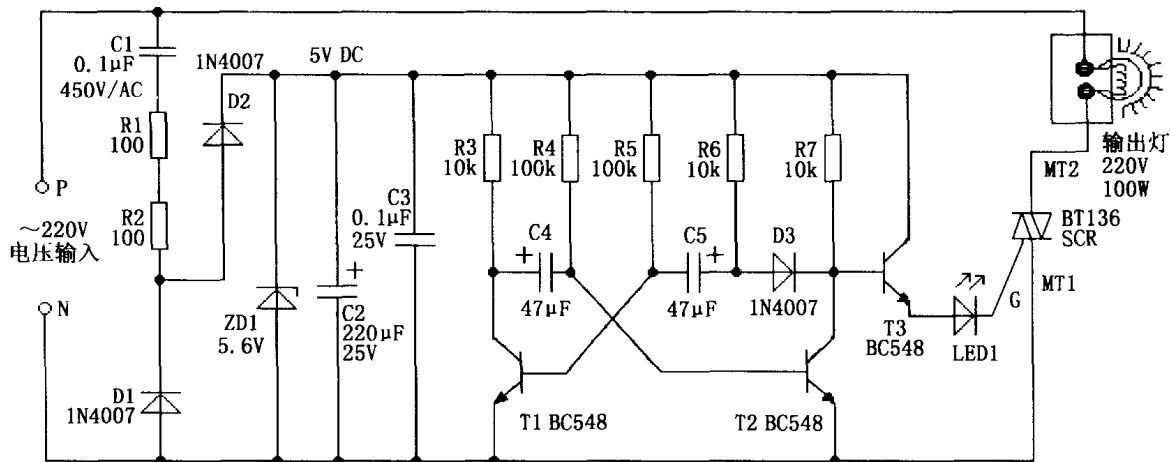


图 1.5.1

灯泡不亮。这样，灯泡会随着振荡频率的变化一闪一闪地发光。

在选择器件时，应注意电容 C1 的耐压值必须大于电源电压的两倍。T1、T2、T3 可用常见的 8050 或 9013 替代。晶闸管的外形及管脚分布见图 1.5.2。其他元件选择请参考图 1.5.1 所示。另外，制作、安装时请注意安全，不要与线路板直接接触。

以上电路直接与市电接触，制作调试时应特别注意安全，制作好的电路应放置在绝缘良好的盒内隔离。

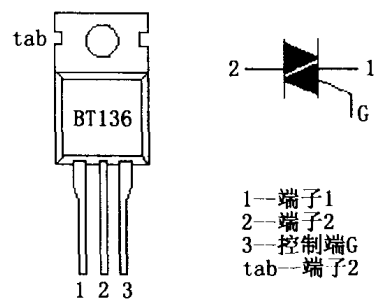


图 1.5.2

闪烁彩灯二

图 1.6.1 电路可直接用来控制 220V 的灯泡或灯泡组，灯泡接于图中所示的插座上，当插头 PL1 接于电源后，灯泡就会不断闪烁。

流向灯泡的电流主要从晶闸管 D5 通过，由 C1、R2、Q1、Q2 等组成振荡电路，给予晶闸管 D5 间断性的触发信号，从而使灯泡间断性地发亮。

晶闸管的内部结构实际上和 Q1、Q2 组成的正反馈电路相似，Q1 的发射极相当于晶闸管的阳极，Q2 的发射极相当于晶闸管的阴极，Q2 的基极相当于晶闸管的控制极。晶闸管的工作特性是，只有当阳极和控制极均加正向电压时，才能被触发导通；当其阳极加负电压时，无论控制极是否加触发信号，均不会导通；晶闸管

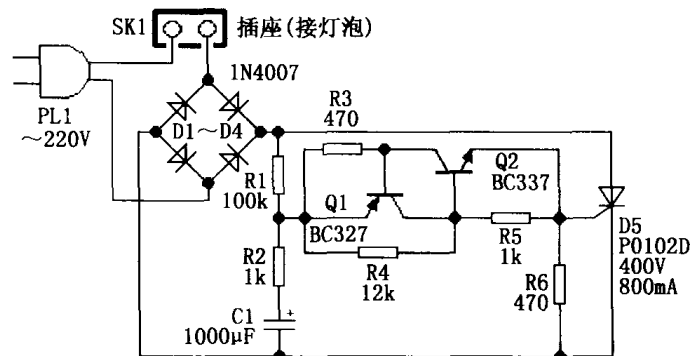


图 1.6.1

一旦导通，控制极电压源断开后，管子仍继续导通；去掉控制极信号后，管子至少需要一个擎住电流，或擎住电压，此电流一旦失去，管子也会关闭。

电路刚接通时 C1 上为低电平，Q1、Q2 不导通。随着 C1 充电，其上电压逐渐增加。当 C1 充电至足够高的电平时，Q2 导通，于是 R3 流过的电流增加，电压差增大，进而 Q1 导通。Q1 的导通又使流往 Q2 基极的电流增加，于是引起正反馈，导通电流越来越大。这时，晶闸管 D5 获得触发电流而导通，灯泡发亮。

另一方面，这时 C1 通过 Q1、Q2 放电，电平降低，当 C1 电平下降到一定程度时，Q1、Q2 维持导通的最小电压不能得到满足，于是关断。这样，D5 失去触发电压，当市电交流电压过零时，D5 便关闭，于是灯泡熄灭。此后又开始下一轮的振荡。

灯泡闪烁的时间由 R1、R2、R4 和 C1 控制。实验中我们发现当 $C_1 = 470\mu\text{F}$ 或 $1000\mu\text{F}$ ， $R_1 = 12\text{k}\Omega$ 或 $10\text{k}\Omega$ 时，产生的视觉效果最佳。

本负载为 60mA、220V 的 20 个灯泡。由于负载功率很小，电路对 D5 的要求不高，可以选择 C106D1 (400V, 3.2A) 或 TICP106D (400V, 2A)。图 1.6.1 电路我们选择的 D5 为 P0102D，它采用 T092 的封装形式。

为了让电路可靠工作，这里建议采用触发电流小、灵敏度高的晶闸管。如果找不到这种晶闸管，也可以使用双向晶闸管替换，如 TIC206M (600V、4A) 或其他类似的。请注意，虽然可以使用双向晶闸管替换 D5，但是整流桥 D1~D4 不可因此而省略。

以上电路直接与市电接触，制作调试时应特别注意安全。制作好的电路应放置在绝缘良好的塑料盒或其他绝缘可靠的盒内隔离，保证使用安全。

平滑亮灭彩灯

图 1.7.1 是一款极具吸引力的彩灯，当接通电源时，彩灯 L1 会逐渐地变亮，当它达到

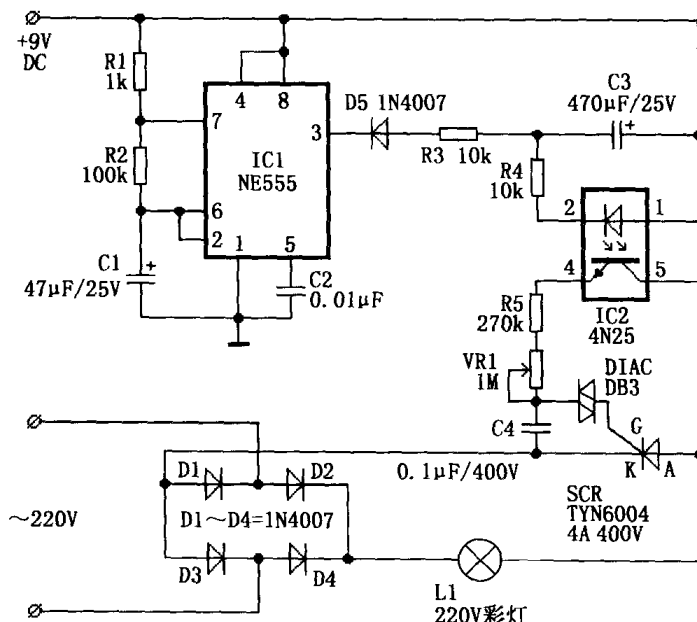


图 1.7.1

最亮时，会自动逐渐变暗，等亮度达到最暗时，又会自动逐渐变亮，如此不停循环，整个变化过程十分平滑。

彩灯 L1 的亮度变化过程取决于电容 C3 的充电放电。当 IC1 (NE555) 的 3 脚输出为高电平时，电容 C3 开始放电，通过 IC2 (4N25) 的光电隔离，彩灯 L1 的亮度开始下降。IC1 这里设置为无稳振荡器，其频率由 R2 和 C1 决定。在制作时，必须注意，当改变 IC1 的振荡频率时，需同时改变 R3 和 R4 的阻值以获得最佳的效果。DB3 是双向触发二极管，触发门限电压约 30V，当 DB3 两端电压低于门限值时，DB3 截止，而一旦超过门限值，DB3 瞬间导通。彩灯 L1 最暗的亮度可由 VR1 来调节。如果彩灯 L1 的亮度不能达到一定的调节范围（由暗到亮或反之），或是彩灯 L1 一直保持在最亮的状态（观察 1 分钟），这时候可以适当增加 VR1 的电阻；如果彩灯 L1 在最暗时有些闪烁，或者彩灯 L1 全黑很长一段时间，可适当减小 VR1 的阻值，直到整个亮度变化循环都十分平稳。当电源电压改变时，必须像上面一样对 VR1 做适当调节。

该装置的元器件的选择请参照图 1.7.1。SCR 可根据实际使用的彩灯功率及电源电压情况选择合适的双向晶闸管。在调节 VR1 时应当注意避免电击。

渐熄 12V 灯

通常当车门关闭时，车内的照明顶灯随即熄灭。这里介绍的电路可以使车内照明顶灯在车门关闭后慢慢地由亮变暗，最后完全熄灭。在晚上的时候，你会觉得这种慢慢变暗的车顶灯给你的感觉很特别，甚至会有点浪漫。当然，这个电路经过适当改造也可以用于其他地方。

电路见图 1.8.1。当车门开着时，汽车电瓶电源（12V）通过车门开关（车门打开时闭合，反之断开）对 C1 快速充电。运算放大器 IC1 ($\mu A741$) 的输出端（6 脚）电压随 C1 两端电压变化。当 C1 充电结束时，IC1 的输出端电压也近似 12V。这时三极管 T1 饱和导通，车内照明顶灯全亮。

当车门关闭时，车门开关断开。这时电容 C1 上的电压通过 R1 和 VR1 放电，因而 C1 两端电压逐渐下降，IC1 的输出端电压也随之变化，故车内顶灯的亮度也逐渐变暗，直至全部熄灭。

VR1 可调节渐熄时间。VR2 可调节最亮程度。

打开车门，调节 VR2 使车内照明顶灯为最亮。然后按下车门开关，通过 VR1 调节渐熄时间。

三极管 T1 (2N3055) 在工作时需加散热片。也可选用其他功率合适的三极管。其他元器件的选择参照图 1.8.1。

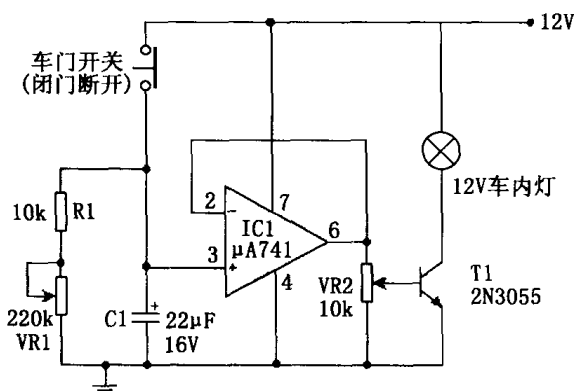


图 1.8.1

有充电和记忆功能的自动切换 6V 应急灯

图 1.9.1 介绍的应急灯有两个特点：一是能自动给电瓶充电，充足自停；二是具有记忆功能，即如果有电时室内灯原是开着的，则停电时应急灯自动点亮，恢复供电时应急灯自动熄灭，如果有电时室内灯是关着的，则停电时应急灯不会点亮。

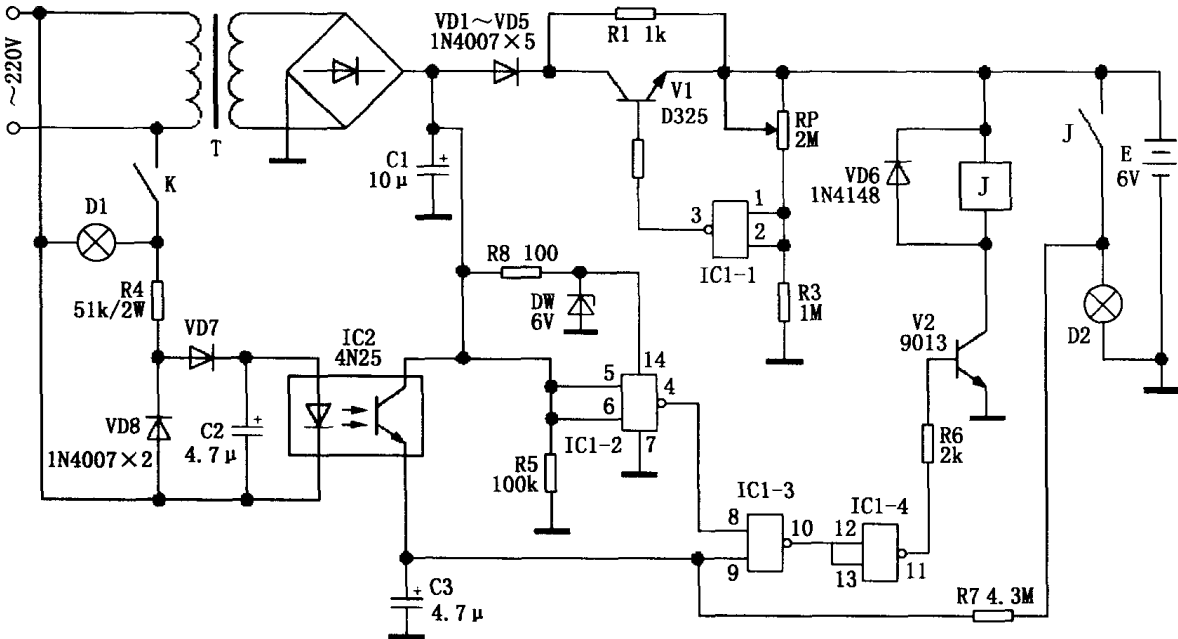


图 1.9.1

电源变压器 T 和 VD1~VD5 等组成充电电源电路，D1 是室内 220V 照明灯泡，D2 是 6V 应急照明小灯泡，IC1-1~IC1-4 是 CD4011 中的四个与非门。

IC1-1 与 V1 等组成一个简单的自动充电电路。当电池 E 电压偏低时，经 RP、R3 分压后加在 IC1-1 输入端的电压低于其阈值电压，IC1-1 输出高电平，V1 导通，E 被充电。反之，E 停止充电。R1 用于 E 的涓流充电，它可避免 IC1-1 和 V1 在临界充电电压附近的频繁翻转和通断。

光电耦合器 IC2、IC1-2~IC1-4 及 V2、继电器 J 等组成记忆型应急照明控制电路。在有市电时，无论 D1 是否点亮，IC1-2 输入端均为高电平，其输出端 4 脚即 IC1-3 输入端 8 脚为低电平，IC1-3 输出端 10 脚为高电平，IC1-4 输出端 11 脚为低电平，V2 截止，J 在释放状态，D2 不亮。

当室内有人将 D1 点亮 (K 闭合) 时，D1 两端电压经 R4 降压、VD7 整流、C2 滤波后使光耦 IC2 工作，C3 被充满电，IC1-3 输入端 9 脚为高电平。由于 IC1-3 的 8 脚仍为低电平，故 D2 仍不会点亮。此时若发生停电，则因 C3 上电荷通过 R7、D2 释放较慢，使 IC1-3 的 9 脚在较长时间内仍保持高电平，而 C1 上电荷通过 R5 释放较快使 IC1-2 输入端很快变为低电平，而输出变为高电平。这样，当 IC1-3 的两输入端同时为高电平时，其输出翻转为低电平，IC1-4 输出高电平，V2 导通，J 吸合，D2 被点亮。同时，D2 上的电压由 R7 反馈到 IC1-3 的输入端 9 脚，使 IC1-3、IC1-4、J 的状态保持不变，D2 自锁发光。如停电后又恢复

来电，则 D1 点亮（因 K 是闭合的），IC1-3 的 8 脚变为低电平，D2 自动熄灭。

如果有电时室内无人，D1 被关掉（K 断开），则 IC2 截止，C3 上电荷通过 R7 和 D2 泄放完毕，IC1-3 输入端 9 脚变为低电平。在此期间若停电，虽然 IC1-3 输入端 8 脚变为高电平，但与非门 IC1-3 仍不能打开，V2 仍截止，J 不动作，故 D2 不能被点亮。

制作时，T 用输出 6V、功率 5VA 的小型电源变压器，IC1 用 CD4011 或 CD4093 等四与非门集成电路，E 用 6V，4Ah 左右的免维护蓄电池，D2 用 6V、6W 的小灯泡，J 用 4088 或 4098 等 6V 小型继电器。制作时，所有元件焊装于一块小电路板上。V1 可加一块 5cm×5cm 的散热片。

调试时，先将 RP 调到最大阻值（图 1.9.1 中触头上移），当 E 电压充到 7V 时，调 RP 使 IC1-1 输出刚好翻转为低电平。其余不必调试。

触摸式调光灯

一、NB7232

NB7232 是运用 CMOS 工艺制造的新一代多功能调光控制集成电路，它是 LS7232 的改进型产品。它不仅能够通过触摸金属片、轻触按钮开关等方式控制白炽灯连续调光和亮灭，而且还能够通过脉冲发生电路对白炽灯进行延迟熄灯控制，具有低功耗、多功能、高灵敏度等特点。

NB7232 采用 DIP-8 脚塑料封装，其引脚排列、内部电路方框图如图 1.10.1 所示。

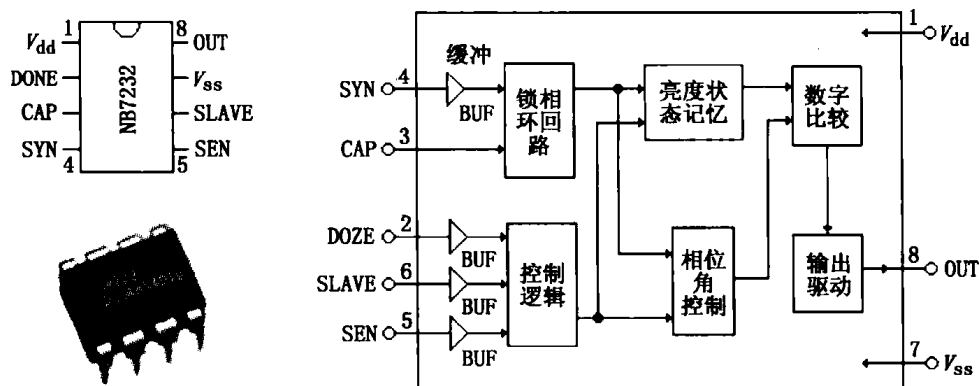


图 1.10.1

电路的基本工作原理为（以调光为例）：人体带电与市电同频，当人体接触触摸片时，经输入缓冲级的削波、放大、整形，成为标准的 MOS 电平。触摸持续时间大于 32ms、小于 332ms 时，控制逻辑部分控制电路呈开关工作状态。当触摸持续时间大于 332ms 时，控制逻辑部分控制电路呈调光工作状态，输出触发脉冲相位角在 41° 至 159° 之间连续周期变化，并根据人眼的感受力，分为快、慢和暂歇三个过程。当触摸结束时，亮度记忆部分对该时相位角进行记忆，若再施以大于 32ms，小于 332ms 的触摸，电路呈关状态时，相位角仍由该部分记忆，保证电路在下次开状态时，光源保持原亮度。触发脉冲与市电的同步，由

锁相环保证，电路的工作时钟，也由其产生。同时，电路还具有遥控（即远端触发）功能和渐睡（即由亮至暗，最后关闭）功能，其延续时间由外电路设置。

NB7232 能在 3~12V 直流电压下工作，典型工作电压为 5V，静态电流 400 μ A；开关灯时间不超过 332ms（约 1/3s）；调光半周期 4.2s；调光移相范围 41°~159°；可控制 50Hz 及 60Hz 的交流电。

NB7232 各引脚功能如下：

(1) 第 1 脚 (V_{DD}) 是电源正端。

(2) 第 2 脚 (DOZE) 为灯光亮度渐变控制端，灯光变化一个周期 (7.64s)，需从该脚引入 83 \pm 3 个负脉冲。这里也可将第 2 脚理解为延迟熄灯时钟脉冲信号输入端，即每引入一个负脉冲，灯光会变暗一点，灯光从最亮到最暗共需 83 \pm 3 个负脉冲。在设计电路时常常直接从市电相线上取得 50Hz 交流电正弦波作为时钟信号。

(3) 第 3 脚 (CAP) 为内部锁相环路的外接电容器输入端。

(4) 第 4 脚 (SYN) 为交流电源同步频率信号输入端，由内部锁相环路锁定后作为移相电路及亮度记忆电路产生输出触发脉冲的零相位基准。低电平有效，直接取自 220V 交流电。

(5) 5 脚 (SEN) 为触摸控制输入端，低电平有效。

(6) 第 6 脚 (SLAVE) 也是触摸控制输入端，也可看作按键控制输入端，内设特殊逻辑电路，高电平有效，在长线远距离控制时不易受干扰而造成误动作。

(7) 7 脚 (V_{SS}) 为电源负端。

(8) 第 8 脚 (V_{SS}) 为双向晶闸管导通角控制输出端，它输出 83 \pm 3 阶不同的负脉冲调光控制信号和高电平关灯信号，调光移相范围 41°~159°。

目前，各厂家推出的 CS7232、SM7232、BA2103 型多功能调光控制集成电路，其内部结构、功能和外形与 NB7232 一致，可直接互换使用。

二、工作原理

本制作的电路图如图 1.10.2 所示。IC1 (NB7232) 使用的直流电源直接由 VD1、VD2、R1 与 C1 组成电阻降压半波整流稳压电路从 220V 交流市电中获取。R2 用于从市电中截取



图 1.10.2

过零信号。C2用于滤除尖脉冲干扰。R3为双向晶闸管VS控制极的限流电阻器。人体触摸信号（与市电同频率的微弱交流电泄露信号）通过保安电阻器R5、R6输入到IC1的第5脚。IC1的第2、6脚功能尚未利用，这里分别接V_{DD}和V_{SS}，以免悬空产生干扰。

当手触时间 $\leq 332\text{ms}$ 时IC1的第8脚输出信号仅控制双向晶闸管VS完成开关任务，即触摸一下M，VS导通，电灯H亮；再触摸一下M，VS截止，电灯H灭。当人手触摸M时间 $\geq 332\text{ms}$ 时，VS移相调光，灯光由最亮（159°）逐渐变暗直到微亮（41°），又逐渐向最亮变化，周期往复。人手触摸停止，则灯光不再变化而保持这一瞬间的亮度。下次再开启电灯时仍起始于这一亮度，但灯光亮度变化方向与上次调光时相反。

三、制作说明

制作时，VS用MAC97A6（1A、600V）或BCRIAM-6（1A、400V）等小型塑封双向晶闸管，引脚排列如图1.10.3所示。VD1用5.1V或6V、0.25W普通硅稳压二极管，如1N4625、2CW53等；VD2用1N4007硅整流二极管。R1用RJ-1W型金属膜电阻器。C1用CD11-10V型电解电容器，C2~C5均用CT1型瓷介电容器。整个调光电路可焊接在尺寸约为48mm \times 30mm的印刷电路板上。

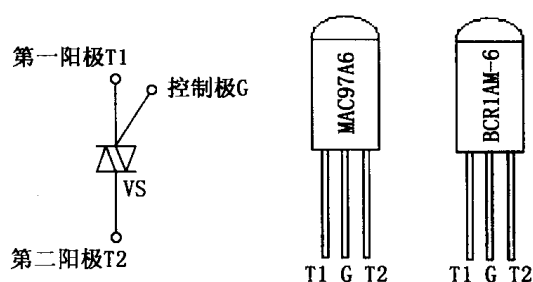


图 1.10.3

焊接好的电路板可直接装入普通白炽灯台灯的底座腔内。触摸电极片M可以是粘贴在灯座上的金属片，也可以是镶在灯罩沿上的金属环，也可以用台灯现有的金属外壳或灯罩金属架来替代。

人体保安电阻R5、R6阻值之和应大于6M Ω ，而且不能用一个电阻器来代替，这样，万一有一个电阻器受潮或碰触短路，也不会使人触摸M后触电。R4阻值越大，灵敏度越高，R4阻值越小，灵敏度也越小。如果通电后触摸不起作用，只需对调一下台灯插头在220V交流市电插座内的位置便可。

有视力保健功能的触摸式调光台灯

本制作的电路图见图1.11.1。220V交流市电经电阻器R1降压限流、晶体二极管VD2半波整流、稳压二极管VD1稳压及电容器C1滤波后，输出约6V直流电压，作为IC1及晶体三极管VT1、VT2的工作电压。

VT1、VT2组成施密特触发电路。学生读写光照强度正常（不低于100lx）时，光敏电阻器RL受光照射呈低阻值，使VT1导通、VT2截止，发光二极管VD3不亮；光照度不足时，因RL阻值变大使施密特触发器发生翻转，VT1截止而VT2导通，于是VD3发光，表示光照不足需增加亮度。测光功能可避免学生在学习时因光照不足而损害视力。

VS选用MAC97A6（1A、600V）或BCR1AM-6（1A、400V）型普通双向晶闸管，其外形如同普通塑封小功率三极管，引脚排列如图1.10.3所示。

VT1、VT2均用9015或3CG21型硅PNP小功率三极管，要求电流放大系数 $\beta > 100$ 。VD1用6V、0.5W普通硅稳压二极管，如1N752或UZ-5.6B型等；VD2用1N4004型硅整

晶体二极管 VD2 半波整流和电容器 C5 滤波后，给控制电路提供 6V 直流电。当按压 A1 上的按键开关时，A1 内藏发射天线便会向周围空间辐射出频率 265MHz 的编码无线电波，在有效作用距离范围（20~40m）内，被 A2 模块内藏天线接收，经内部电路放大、检波、解码后，从解码有效非锁存端 IO 输出一正脉冲。该正脉冲保持时间（脉冲宽度）取决于按下 A1 操作键的时间长短，它通过限流电阻 R7 驱动晶体三极管 VT 导通，进而使 A3 的低电平控制输入端第 5 脚获得相应的反相负脉冲触发信号，控制 IC1 从第 8 脚输出与触摸 M 时一样的指令信号，进而通过双向晶闸管 VS 控制电灯完成相应的调光及开关等任务。当点动（<1s）发射器 A1 上的按键时，A2 输出的指令信号时间小于 332ms，由 IC1 控制 VS 工作于开关状态。当按下发射器 A1 上的按键不松手（>1s）时，A2 输出的指令信号时间大于 332ms，IC1 控制 VS 工作于调光状态，即 H 灯光由亮变暗，再逐渐由暗变亮，直到人手松开发射器上的按键为止。灯光单向变化一次的周期为 4.2s。当人手直接接触金属片 M 时，通过掌握接触时间长短，同样可完成以上的调光及开关任务。

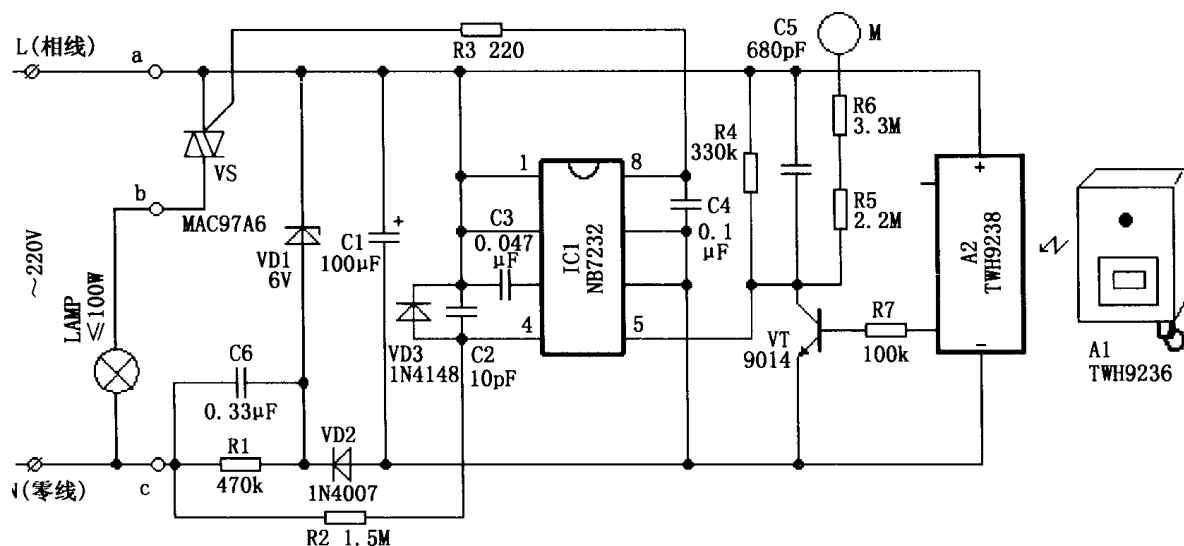


图 1.13

A1、A2 采用 TWH9236/TWH9238 型无线电遥控专用发射与接收组件。发射器 A1 工作频率为 265MHz，工作电流约 6mA，发射功率≤10mW，不发射时不耗电。接收模块 A2 工作电压为 6V，工作电流（输出端悬空）<1.5mA，接收灵敏度为 0.5mV，接收频率为 265MHz，带宽 250kHz。该组件有效遥控距离为 20~40m，适用工作环境温度为 -10~+40℃。由于采用编码发射技术，不重复编码达到 32 万组，所以实际使用中一般不会发生两个以上电灯遥控电路之间互相干扰问题。

VS 用 MAC97A6（1A、600V）或 BCR1AM-6 等小型塑封双向晶闸管，引脚排列如图 1.10.3 所示。VD3 用 6.6V、0.25W 普通硅稳压二极管，如 1N4099、2CW55 等；VD2 用 1N4007 硅整流二极管，VD1 用 1N4148 型硅整流二极管。R1~R7 用 RTX-1/8W 型炭膜电阻器。C5 用 CD11-10V 型电解电容器，C1~C4 均用 CT1 型瓷介电容器，C6 用优质 CRR13-630V 型聚丙烯电容器。

整个开关对外只有 a、b、c 三根引线，应按图所示正确与被控电灯 H、220V 交流电源

相接，尤其是交流电源相线（火线）和零线（地线）的位置不可互换，否则触摸 M 会不起作用。发射器 A1 由一节 A23-12 型电池供电，当发射指示灯变暗，且遥控距离明显缩短时，应及时用相同规格的新电池更换。

第二章 触碰开关电路

多功能电风扇触摸调速电路

本制作的电路图如图 2.1.1 所示。该电路可使电风扇具有如下功能：（1）通过用手快速触摸专门的触摸电极，可实现对风扇电源的“开”和“关”；（2）通过掌握手触摸电极的时间长短，可实现一定范围内对电风扇的无级调速，且速度可储存。（3）闭合专门的开关，电风扇会以 4.2s 的单向变化周期连续循环无级调速，可使风量一阵大、一阵小，从而达到模拟自然风的效果。

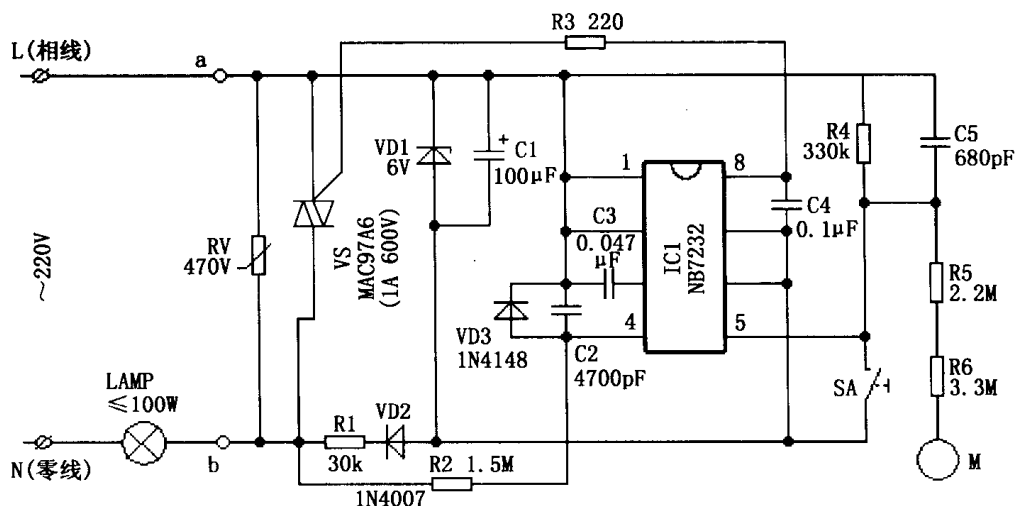


图 2.1.1

当人手触及触摸电极的时间 $\leq 332\text{ms}$ 时，仅起开关作用。若手触摸前为风扇运转，则手触摸后风扇停转，反之相反。风扇开始转速与上次停转前的速度相同，只要不间断电源则总保持这一规律。手触摸时间 $> 332\text{ms}$ 时，电路移相调速，调速移相范围 $40^\circ \sim 159^\circ$ ，对应电动机工作电压有效值 $27 \sim 200\text{V}$ ；手移开，则风扇保持移开瞬间的转速，既转速“锁定”。

风扇停转或正在定速运转的状态下，闭合开关 SA，则电路进入连续循环调速状态，单向变速周期为 4.2s，可使风扇产生的风量时小时大，从而实现模拟自然风控制。断开 SA，风扇转速即“锁定”不变。

制作时，VS 选用 TLC336A (3A、600V) 型普通双向晶闸管，要求控制极（门极）触发电流尽可能小一些，以确保工作稳定可靠。RV 用 470V、100A（峰流）压敏电阻器，它并联在 VS 两端，主要防止风扇电动机产生的感应电压击穿 VS。SA 用小型 1×1 拨动开关。其他元件选择可参考图 2.1.1 所示和前文所叙，无特殊要求。

SA 可直接利用电风扇原来的电源开关，触摸电极可用铝（铜）皮加工成标志牌，并用