

第一章 电子开关

第一节 触摸式开关

触摸式开关电路种类繁多，各具特色，对于初学电子小制作者，应从简单电路开始，以利于实验和积累制作经验。触摸式开关电路，可用于控制电灯、报警器用电器。

一、电子触摸式开关电路

由晶体三极管组成的电子触摸式开关电路，电路简单、取材容易、成本低廉，对初学制作者异常适宜。

1. 工作原理

电子触摸式开关电路如图 1-1 所示，电路由晶体三极管及继电器等组成。

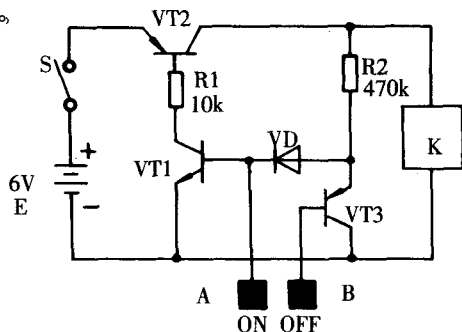


图 1-1 电子触摸式开关电路

电源开关S接通时 由于A、B两点无人体感应信号电压，电路处于静止状态，晶体三极管VT1、VT2、VT3及继电器K均不工作。

当手指触及图中的A端时 人体感应信号致使三极管VT1、VT2导通 继电器K得电动作，其常开触点闭合，接通用电器的电源。另外在VT2导通时，电源经VT2、R2、VD向VT1的基极提供正偏电压。因此 手指离开A端后 VT1、VT2继续维持导通，使电路处于稳定工作状态。

当手指触及图中的B端时，人体感应信号使三极管VT3导通，VD截止，无正向电压加至VT1的基极 VT1、VT2截止 继电器K失电释放，其常开触点断开，关闭用电器电源。

2. 元件选择

VT1、VT3 选用3DG6或9014型等小功率NPN型三极管， $\beta_1 > 80$ ， $\beta_2 > 100$ ， I_{CEO} 越小越好。

VT2 选用3CG15型等小功率PNP型三极管 其 $\beta \geq 100$ 。

VD 选用1N4004型整流二极管。

R1、R2 选用1/8W金属膜或碳膜电阻。

K 选用JRC-5M型等6V直流继电器。

S 选用1×1小型拨动开关。

E 电源选用4节1.5V的5号电池。

3. 制作与使用

触摸片ON、OFF 可选用面积 100mm^2 的薄铜片或敷铜板制作，方形或圆形不限，与电路相接后固定在盒面上。

电子触摸式开关印制电路如图1-2所示。

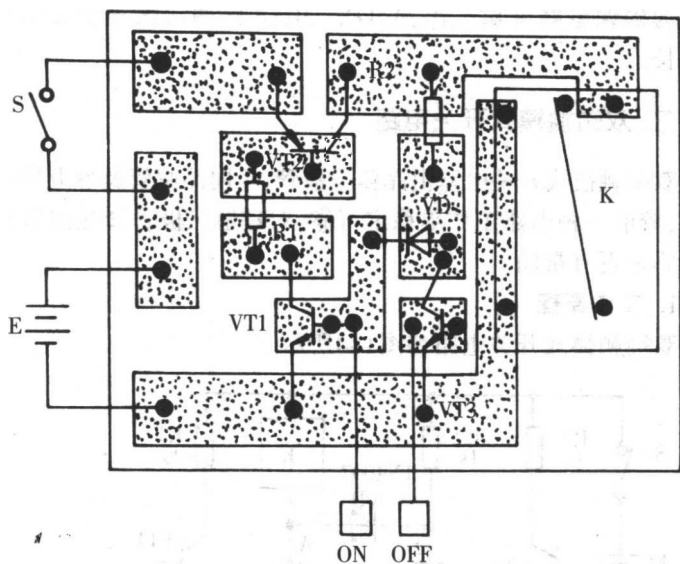


图1-2 电子触摸式开关印制电路

只要元器件性能良好，组装正确无误，焊接牢固，通电后触摸ON、OFF继电器K即可发出吸合与释放的‘嗒、嗒’声。

电路正常工作后，将其固定安装在相应大小绝缘材料制作的盒中如图1-3所示。

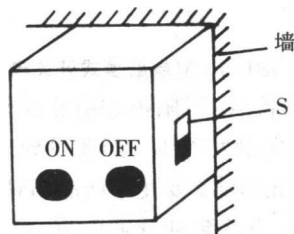


图1-3 电子触摸式开关外形示意图

为确保电路可靠工作，A(ON)、B(OFF)两触摸片的连线不宜过长。

二、双端触摸式开关电路

双端触摸式开关电路由晶体三极管、单向晶闸管及继电器等组成，较前一种电路工作更稳定可靠，对理解三极管和晶闸管的工作原理更有帮助。

1. 工作原理

双端触摸式开关电路如图 1-4 所示。

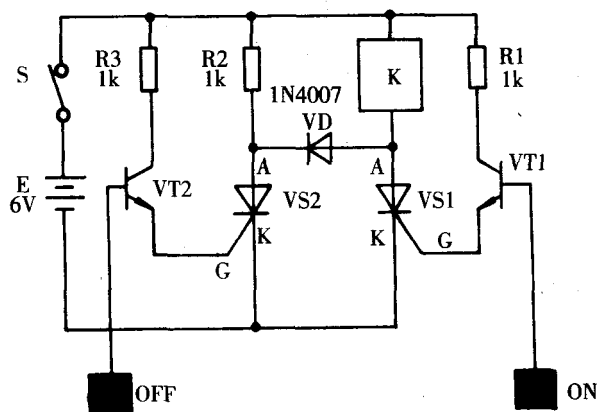


图 1-4 双端触摸式开关电路

单向晶闸管的特点：当阳极加有正电压，阴极加有负电压，门极加有足够的正向触发电压一经触发导通后，则门极电压有无对晶闸管的导通已无影响。要使单向晶闸管切断，一是断开电源，二是阳、阴极间电压下降致使导通电流小于维持电流。

当用手触摸图中“ON”端时，人体感应信号经三极管VT1放

大，加至单向晶闸管VS1的门极，VS1被触发导通，继电器K得电动作，其常开触点吸合，接通用电设备电源，使用电设备工作。

当用手触摸图中“OFF”端时，人体感应信号经三极管VT2放大，加至单向晶闸管VS2的门极，VS2被触发导通，经二极管VD将VS1阳极电位拉低，VS1截止，继电器K失电释放，其常开触点断开，使用电设备电源，使用电设备停止工作。

根据需要分别触摸“ON”、“OFF”，即可控制用电设备电源的接通或断开。

2. 元件选择

VT1、VT2选用NPN型晶体三极管3DG6或9013型， $\beta \geq 150$ 。

VS1、VS2单向晶闸管选用MCR100-6或3CT051型。

R1~R3选用1/8W金属膜或碳膜电阻。

K为6V型直流继电器，触点电流根据所控用电设备功率而定。

3. 制作与使用

触摸片“ON”、“OFF”制作，箱体安装及使用方法与上例相同。

单向晶闸管极性判别方法：置万用表于电阻 $R \times 1$ 挡，用红、黑表笔分别测任意两引脚间正、反向电阻，直至找出读数为数十欧姆的一对引脚，则此时黑笔接的引脚为门极（G），红表笔接的引脚为阴极（K），另一空引脚即为阳极（A）。之后，将黑表笔接阳极（A），红表笔接阴极（K），表针应不动，说明单向晶闸管是好的；若万用表指针发生偏转，则表明单向晶闸管已击穿损坏。

元器件性能良好，组装正确无误，接通电源后，无需调试，触摸“ON”或“OFF”即可正常工作。

双端触摸式开关印制电路如图1-5所示。

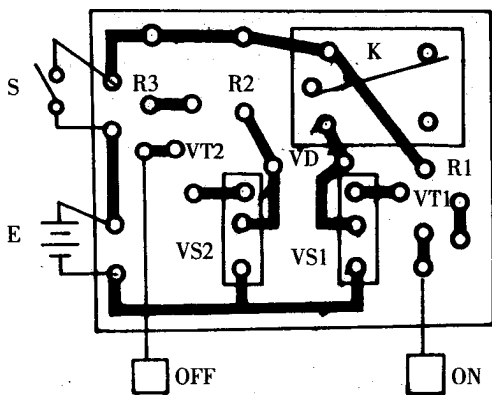


图 1-5 双端触摸开关印制电路

三、单端触摸式开关电路

本电路是采用数字集成电路IC(CD4013 型)及少量分立元件组成单端触摸式开关电路,可直接代替原有手动开关控制220V交流电源。工作可靠、制作容易、操作简单、成本低廉。

1. 工作原理

单端触摸式开关电路如图1-6所示。

图中 IC为价廉易购的数字集成电路CD4013 内含2个D触发器 为14脚双列直插式。在图中 D触发器IC₁接成单稳态电路 用来将IC₁输入端的CP1触摸脉冲展宽,其时间常数由R3、C3的值决定;D触发器IC₂接成双稳态电路 使CP2端每输入一个触发脉冲时,输出端Q2状态即改变一次。CD4013型的引脚排列和内部结构如图1-7所示。

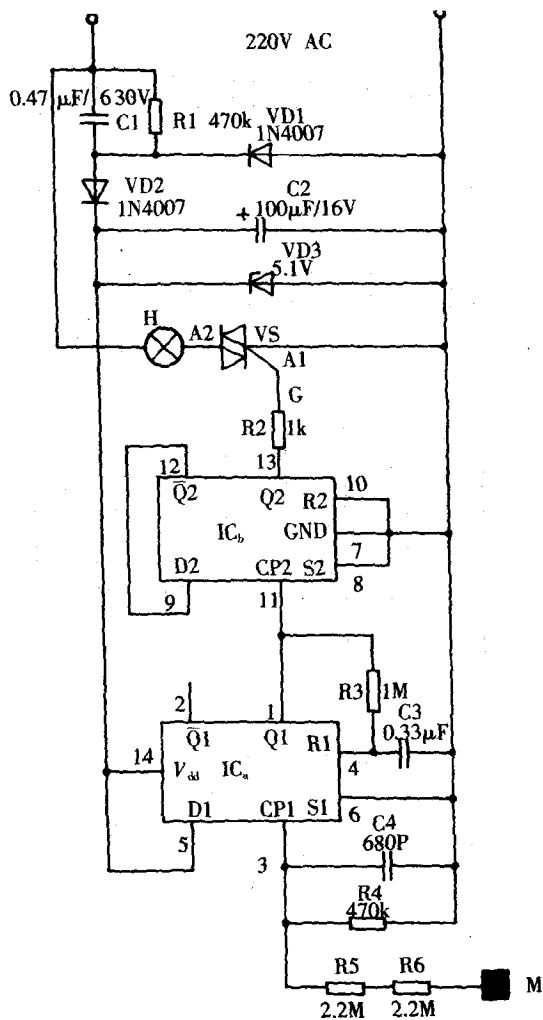


图1-6 单端触摸式开关电路

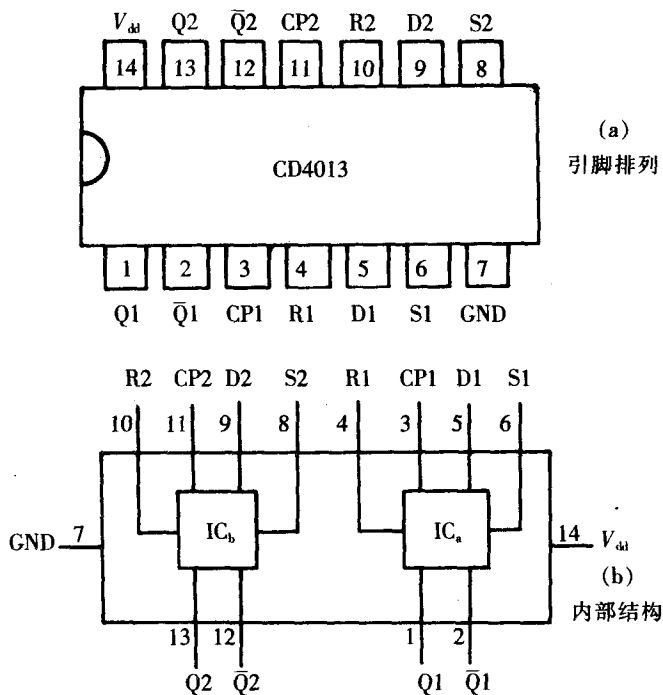


图 1-7 CD4013型引脚排列及内部结构

交流220V经电容C1降压,二极管VD1、VD2整流,电容C2滤波,稳压二极管VD3稳压,获得5.1V的直流电压供IC工作。

当用手指触摸M端时,交流220V经大地→人体→R6、R5向IC_a的输入端CP1送入交流脉冲,正脉冲信号触发IC_a,使IC_a进入暂稳状态,输出端Q1输出高电平。该高电平一路送至IC_b的输入端CP2,触发双稳态电路IC_b翻转,输出端Q2输出高电平,经电阻R2触发双向晶闸管VS导通,使灯泡H点亮。另一路经R3向C3充电,

待C3上电压大于1/2电源电压时， IC_a 被复位，Q1端变为低电平，暂稳态结束。这样，每触摸一次M， IC_b 便从一个稳定状态翻转到另一个稳定状态，从而实现了对负载电源的开关控制。

2. 元件选择

IC 为数字集成电路CD4013型。

V_S 双向可控硅AC03或3CTS3型。

C1 选用耐压400V或630V型CBB电容。

R1、R2 选用1/4W金属膜或碳膜电阻，其余电阻均为1/8W型。

3. 制作

触摸片M面积不能过大，以防干扰。为防触电，电阻R5、R6不能用一个取代。触摸片M的引线不宜过长，以确保有足够灵敏度。

在安装之前，应首先确定双向晶闸管的各脚极性，以确保电路正常工作。

双向晶闸管极性识别方法：置万用表于电阻 $R \times 1$ 挡，用红、黑表笔分别测任意两引脚间正、反向电阻。当一组读数为几十欧姆时，则红、黑表笔所接的两引脚为第一阳极(A1)和门极(G)，另一空引脚即为第二阳极(A2)然后用红、黑表笔测A1、G极间的正、反向电阻，读数相对较小的那次黑表笔所接的引脚为第一阳极(A1)红表笔所接的引脚则为门极(G)再将黑表笔接第二阳极(A2)红表笔接第一阳极(A1)所测阻值为无穷大互换表笔阻值仍为无穷大，则表明双向晶闸管是好的，否则说明双向晶闸管已击穿损坏。

元器件性能良好、组装正确无需调试即能正常工作。

单端触摸式开关印制电路如图 1-8 所示。

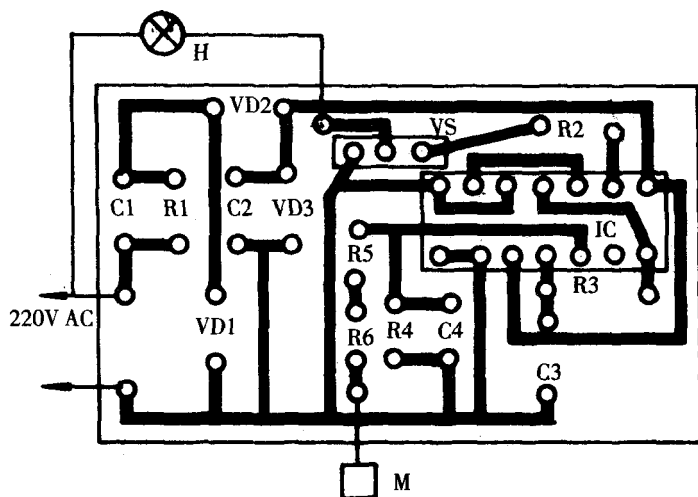


图 1-8 单端触摸式开关印制电路

安装好的电路板可固定安装在相应大小塑料盒内，或置于原开关盒内。

使用时，只要根据需要用于触摸 **M** 即可实现被控负载的开关。

四、抗干扰触摸式开关电路

为防止电源瞬间断电后又复电，或电源电压波动等引起开关电路发生误动作，用下面介绍的触摸式开关电路抗外界干扰。

1. 工作原理

抗干扰触摸式开关电路如图 1-9 所示。

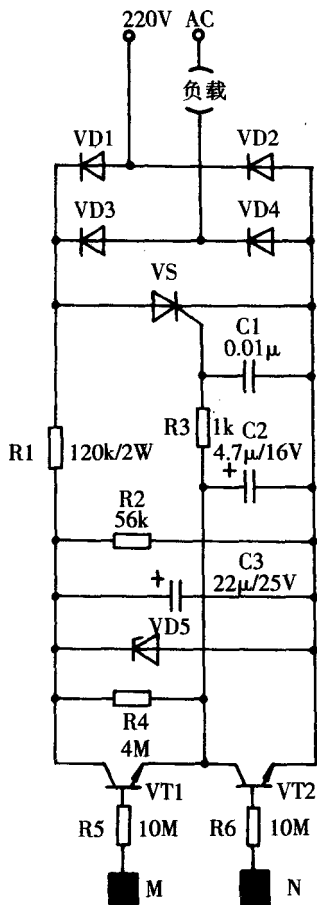


图1-9 抗干扰触摸式开关电路

220V交流电源接通后，经二极管VD1~VD4桥式整流，变成脉动直流电，一路加至单向晶闸管VS的阳极；另一路经电阻R1

降压与 R2分压 电容C3滤波和稳压管 VD5稳压 获得 12V 直流电压 供三极管 VT1、VT2 等工作，并可防止三极管 VT1 受 200V 强干扰脉冲的影响而击穿。单向晶闸管与电容 C2 组成自锁开关。平时或电源刚接通时，由于三极管 VT1、VT2 均截止 电容 C2 上无电压 单向晶闸管 VS 处于阻断状态，用电设备电源不通。当用手触摸 M 端一下时，人体的感应信号使三极管 VT1 导通，电容 C2 即得到充电电压，送至晶闸管 VS 的门极 触发 VS 导通，使用电设备获得工作电源正常工作。由于 C2 的作用，VS 始终保持导通状态。要关掉用电设备电源时，用手触摸一下 N 端 则三极管 VT2 导通 将 C2 上的电荷释放掉，VS 在交流电过零时即关断，断开用电设备的电源。电阻 R4 的作用，一确保三极管 VT2 有足够的导通灵敏度，二维持 C2 上有足够的触发电压。电容 C1 的作用是抗强干扰。

2. 元件选择

VT1、VT2 为 NPN 型三极管 可选用 9011 型 其 $V_{CE0}=18V, I_{CM}=30mA, P_{CM}=0.31W$ 。

VS 单向晶闸管 耐压应大于 500V，其工作电流视其用电设备功率而定 如 3CT 型。

VD1~VD4：整流二极管 选 1N4007 型。

VD5 稳压二极管 可选用 12V 型稳压管 如 2CW110 型。

C1 选用瓷片电容；C2、C3：选用漏电电流小的电解电容。

电阻 除 R1 外均选用 1/4W 金属膜电阻。

3. 制作

抗干扰触摸式开关印制电路如图 1-10 所示。

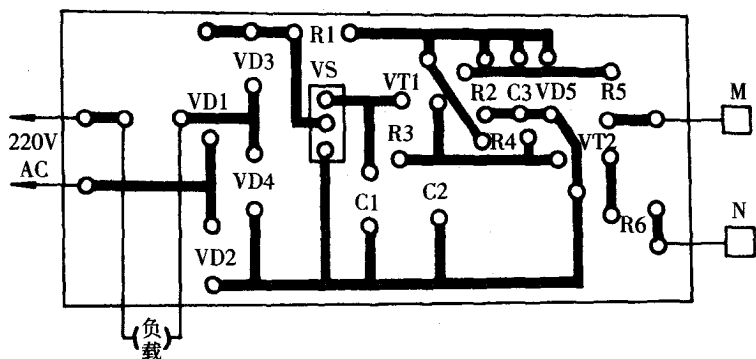


图1-10 抗干扰触摸式开关印制电路

触摸片及盒体的制作与安装方法，可参见上述实例。

电路较简单，元器件性能良好，组装正确，无虚焊或接触不良，无需调试即可正常工作。

五、555型组成的触摸式开关电路

触摸式开关电路是由价廉易购的555型时基电路及少量外围元件组成，不但能方便地完成照明灯及其他电器的开与关，而且兼有定时关灯功能，用于走廊楼道等处的照明控制，具有节约电能的功效。

1. 工作原理

555型组成的触摸式开关电路如图1-11所示。

图中，220V交流电经电容C1降压、VD2整流、VD1稳压（负半周兼整流）、C2滤波，为时基电路IC提供9V直流电源，使IC与双向晶闸管VS按需要而工作。

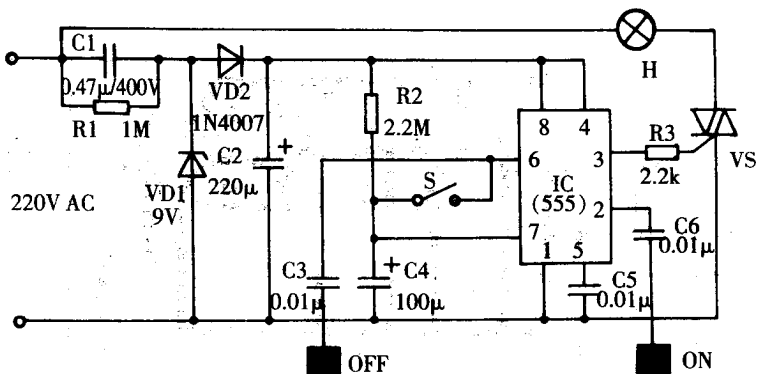


图 1-11 555型组成的触摸式开关电路

时基集成电路IC具有很高的输入阻抗，在人体感应的杂散信号作用下即能触发翻转。设初始状态IC的③脚输出低电平，用手触摸“ON”（触摸片开），IC翻转，则③脚跳变为高电平；反之，用手触摸“OFF”（触摸片关）则IC翻转，③脚跳为低电平。此时，IC工作在双稳状态。

要定时，合上开关S，则IC与R₂、C₄组成一个单稳触发电路。稳态时IC的③脚输出低电平。触摸“ON”，IC电路翻转，则单稳态电路的③脚输出高电平，进入暂稳态，经 $1.1R_2 \cdot C_4$ 时间后，电路又返回稳定状态，③脚输出低电平，自动完成定时“关”的功能。

整个电路工作过程如下：触摸“ON”端→IC电路翻转→③脚输出高电平→经R₃触发双向晶闸管VS导通→照明灯H点亮。触摸“OFF”端→IC电路翻转回初始状态→③脚输出低电平→双向晶闸管VS阻断→照明灯H熄灭。

若合上开关S, IC由双稳态工作模式变为单稳态工作模式, 此电子开关变成了定时关灯装置, 其工作过程是: 触摸“ON”→ IC进入暂稳状态→ 脚输出高电平→双向晶闸管VS导通→照明灯H点亮→经 $1.1R_2 \cdot C_4$ 时间后→IC复位→双向晶闸管VS阻断→照明灯H熄灭。图示元件参数的定时时间在4min左右。

2. 元件选择

IC: 555型时基集成电路, 可选用任意型号。

555型时基集成电路为8脚双列直插封装形式, 其引脚排列如图1-12所示。

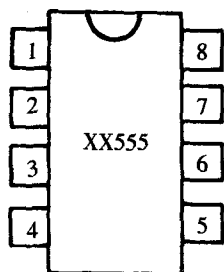


图1-12 555型时基集成电路引脚排列

1-地端 2-触发端 3-输出端 4-复位端 5-控制端 6-阈值端 7-放电端 8-电源正端

VS 双向晶闸管 可选用 MAC97A6 或其他耐压 $\geq 400V$ 型 工作电流根据所控负载功率而定。

R1~R3 选用 1/4W 金属膜或碳膜电阻。

C1、C3、C5及C6: 选用瓷介电容 C2、C4选用普通电解电容, 耐压 16V。

VD1 选用稳压值为 9V、2CW 型稳压二极管。

S 选用微型拨动开关。

3. 制作

555型组成的触摸式开关印制电路如图 1-13所示。

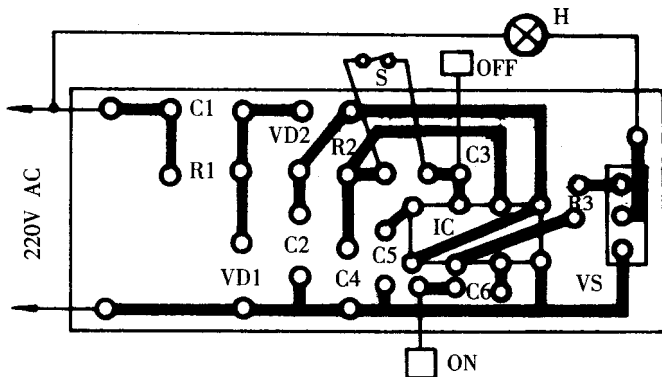


图 1-13 555型组成的触摸式开关印制电路

触摸关灯延时时间可根据实际需要，调整 R2或 C4的参数即可。

若组装后电路不能正常工作，可能是元件质量有问题，或有极性元件引脚插错以及虚焊、接触不良等，应仔细检查予以排除。

第二节 密码开关

电子密码开关形式多种多样，一般均采用密码方式控制用电器电源的开与关。若输入的密码顺序有误，不仅不能按照需要将用电器的电源接通或断开，反而接通报警电路引发报警。因此，电子密码开关具有一定的保密性，适合初学电子制作者用于

门锁及防盗报警等场合。

一、互补管密码开关电路

互补管密码开关电路结构简单、容易制作，很适合初学者动手尝试，将其用于门锁等处。

1. 工作原理

互补管密码开关电路如图 1-14 所示。

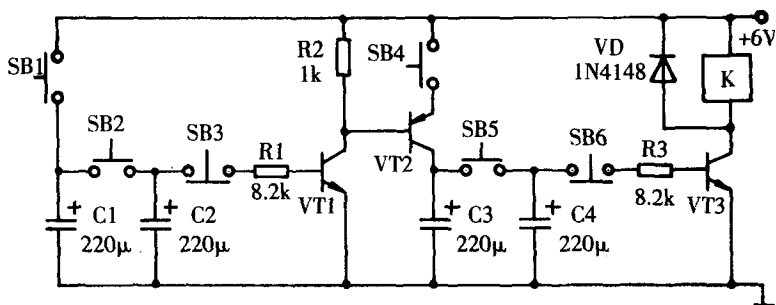


图 1-14 互补管密码开关电路

按一下自复式按钮开关 SB1，+6V 电源向电容 C1 充电。随后按一下开关 SB2，C1 所充电荷经 SB2 向 C2 快速充电，其上电压经常闭按钮开关 SB3、电阻 R1 加至三极管 VT1 的基极，VT1 饱和导通后，其集电极为低电位，此时按一下开关 SB4 则 VT2 导通，+6V 电源通过 VT2 向电容 C3 快速充电。最后按一下开关 SB5，C3 所充电荷经 SB5 向电容 C4 快速充电，其上电压经常闭按钮开关 SB6、电阻 R3 加至 VT3 的基极，三极管 VT3 导通，继电器 K 得电，带动执行机构将门锁打开。

自复式常闭按钮开关 SB3 和 SB6 是用来防止同时按下 SB1、SB2、SB4、SB5 时将门锁打开，因同时按动 SB1、SB2、SB3 或 SB4、SB5、