

前言

今天讲一下 NE555 芯片的用法。我这里简称为 555。

这款芯片 1971 年就开始生产了，当时是作为电子定时器来代替笨重的机械定时器。然而它一直到今天都没有被淘汰，还衍生出了很多应用电路。

555 芯片由于内部电路串联了 3 个 5K 的电阻作为电压取样，所以叫 555。

在接触单片机以前，555 就时常出现在各种 DIY 电路中，是电子爱好者怎么也迈不过去的一道坎。单纯的模仿 DIY 已经提不起任何兴趣，想要自己设计电路，就必须理解这颗芯片的使用方法。

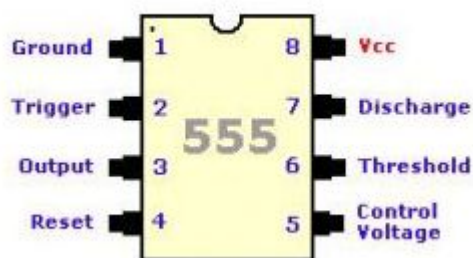
在讲解之前，总要说点什么，发点感慨。大概在 20 年前，我初中的时候接触到了无线电路，但是当时没有任何人会给我讲解电路，哪怕是各种科普杂志《无线电》、《电子爱好者》等等，上面的电路说明都是寥寥几句，还 TMD 特爱用术语，弄的当时的我非常的迷茫，DIY 就是照着书上的电路画瓢，东西做出来了，但是只是锻炼了焊接技术，还是什么都不懂。

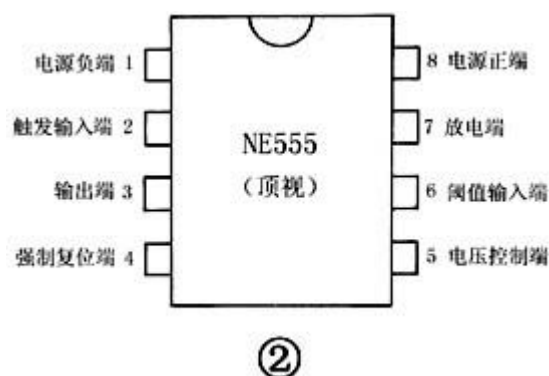
幸好这是一个互联网的年代，资讯的搜索变的非常方便，开源也逐步成为潮流，敞开心扉，相互交流更加能感受到快乐，敝帚自珍的做法也已被大多数人抛弃。

年少时怎么也不明白的东西，现在总算有个地方能让我慢慢的查找资料，慢慢的理出头绪，写下一点东西，算是缅怀年少的遗憾。

认识芯片

常用的 555 一般是 8 脚芯片，引脚图如下：第一个是英文的，第二个是中文。





我虽然非常想发一张 555 的内部电路图，想想看还是算了，我也不是很懂，免得以讹传讹。

555 参数功能特性

- 供应电压 4.5-18V
- 供应电流 3-6 mA
- 输出电流 225mA (max)
- 上升/下降时间 100 ns

555 电压的范围是+4.5 伏特(最小值)至+16 伏特(最大值)，如果电压再高，就要降压了，否则烧芯片没商量。

管脚功能

首先，我用人话讲一下各个管脚的功能。很多资料里面不讲人话，让人半懂不懂的。

NE555 各脚功能

Pin 1 (接地) -1 脚接地线，也就是接电源的负极。

Pin 2 (触发点) -当 2 脚接入一个比电源电压的三分之一还小的电压的时候，3 脚的就输出一个高电压，这个高电压大概等于 $VCC-1V$ ，VCC 表示电源电压。

举例，555 接入 12V 电压，当 2 脚的电压小于 4V，那么 3 脚就输出 $12-1=11V$ 的电压。

有人要说了，如果 2 脚的接入电压比 4V 高怎么办？凉拌呗，3 脚电压不变化（不变化的意思就是 3 脚原来是高电压还是高电压，是低电压还是低电压，不会变）。那么我想让 3 脚的电压变成低电压 0V 怎么办？这个是 6 脚控制的，下面 6 脚再讲。

Pin 3 (输出) -3 脚输出高电压或者低电压，高电压= $V_{cc}-1V$ 。低电压=0V。3 脚输出高电压还是低电压，是由 2 脚和 6 脚联合控制的。

当输出电压为高电压的时候，最大输出电流为 200mA 左右，也就是说，你让 3 脚带几个发光二极管，带个小喇叭没问题，你让它直接带个电动机就不行了，电流不够大。

有人要问？我要控制大功率的电机怎么办？加驱动电路呗，比如最简单的加个三极管，加个继电器，或者加个 MOS 管驱动。驱动怎么加？有空再讲，信息量比 555 还多，这里不说了。

Pin 4 (重置) -简单说，如果 4 脚接一个地电平，也就是接到电源负极上，3 脚就被强制为输出低电平，不管 2 脚和 6 脚的电压如何，相当于重启。它通常被接到正电源或忽略不用。

Pin 5 (控制) -5 脚基本也很少用，它的作用是能控制 3 脚输出高低电平的频率。这个脚用的很少，基本悬空，就是什么都不接。5 脚在 555 芯片内部的电压为 $2/3 V_{CC}$ ，有时候会用这个脚来影响 6 脚。

Pin 6 (重置锁定) -2 脚可以让 3 脚输出高电压，6 脚就负责让 3 脚变成低电压，也就是 0V。6 脚让 3 脚变成低电压的条件有两个，需要同时满足：

条件 1：6 脚电压从 $1/3 V_{CC}$ 电压以下升高到 $2/3 V_{CC}$ 以上。

条件 2：2 脚的电压要大于 $1/3 V_{CC}$ 。

Pin 7 (放电) -7 脚的名字顾名思义，放电用的。给谁放电？？给电容放电。

7 脚的电压和 3 脚电压保持一致。当 3 脚高电压，7 脚也是高电压。当 3 脚为低电压，7 脚也是低电压。但是 7 脚无电流输出能力。也就是当 7 脚高电压的时候，他不能输出电流，也就是电流非常非常小。但是当 7 脚低电压的时候，他相当于负极，能给电容放电。

这个管脚有啥用啊？还真有用，下面讲电路图的时候，你就明白了。

Pin 8 (V +) -8 脚接电源正极。555 电压的范围是+4.5 伏特(最小值)至+16 伏特(最大值)。

我总结一下：1 负 8 正，接电源。

2 6 控制 3 输出。4 脚重置 7 放电。

当 2 脚电压低于 $1/3 V_{CC}$ ，3 脚输出高电平。当 2 脚接地的时候，3 脚一定高电平输出，除非 4 脚也接地。

这个时候，只要 2 脚电压升高到 $1/3 V_{CC}$ 以上，6 脚的电压升高到 $2/3 V_{CC}$ 以上，那么 3 脚电压变成低电平，也就是 0V。

感觉这里有点复杂，实际应用的时候，2脚和6脚一般都是焊到一起，一起作为触发点。所以我们只要处理一种情况，触发点电压为低，输出为高；触发点电压为高，输出为低。

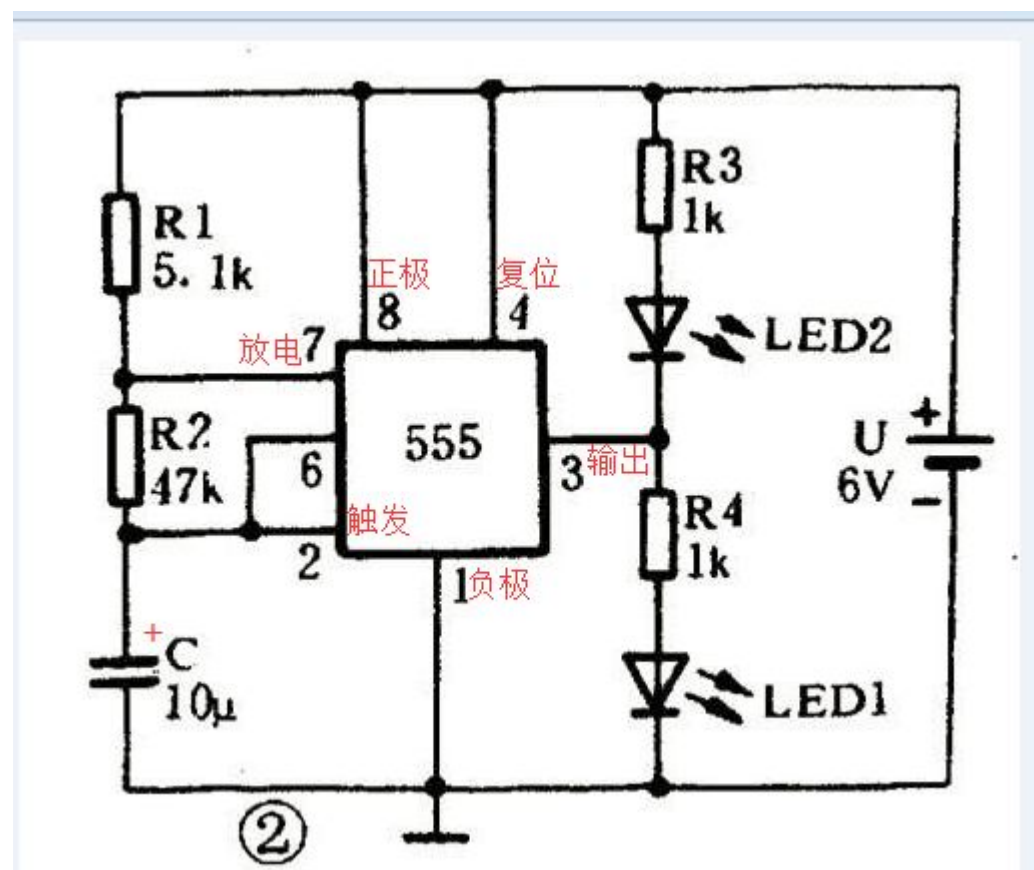
电路讲解一（振荡电路 1）

上面的管脚功能要背下来，要不电路讲解就很难听懂了。

下面我从网上找了几个经典的电路，根据管脚功能，一一分析。

以前看电路，最愁的就是看不懂高手的讲解，基本不说人话，开始以为是自己智商问题，后来看过一些优秀的讲解，才有恍然大悟的感觉。

先从中等的难度的振荡电路入手，来挑战一下，为了方便，我把各个管脚都标上了功能。



这个电路的功能就是让两个发光二极管，LED1 和 LED2 轮流闪烁。

电路分析：

8脚接正极，1脚接负极，电源电压是6V，在555的工作电压之间（4.5~16V），所以555可以正常工作，没问题。妄想用两块干电池供电的，可以省省了，3V电压不够。

3脚输出高电平时，3脚电压为 $6V - 1V = 5V$ 。555的输出电压，一般比电源电压低1V，原因是

555 的内部电阻分担了一部分的电压。当 3 脚输出低电平的时候，电压为 0V。

当 555 的 3 脚输出高电平（ $6V-1V=5V$ ）的时候，LED1 两端的电压差是 5V，R4 是 1k 的限流电阻，LED1 发光。

此时 LED2 的两端电压是 $6V-5V=1V$ ，因为发光二极管的点亮电压一般在 $2V\sim 3V$ ，所以 LED2 两端的电压不够，LED2 不发光。

当 3 脚输出低电平（0V）的时候，LED1 两端的电压差是 $0-0=0V$ ，所以 LED1 此时不发光。

LED2 的两端电压是 $6V-0V=6V$ ，R3 是 1k 的限流电阻，此时 LED2 发光。

以上可见，只要 3 脚轮流输出高低电平，就可以实现两个发光二极管的轮流闪烁。

下面再分析一下其他引脚的作用。

首先 4 脚是复位脚，这个电路我们并不需要 4 脚的功能，所以 4 脚可以直接电源正极或者干脆悬空，都是可以的。

7 脚的电压和 3 脚的电压是一致的，当 3 脚为高电压，7 脚也是高电压；3 脚为低电压，7 脚也是低电压，相当于电源负极。

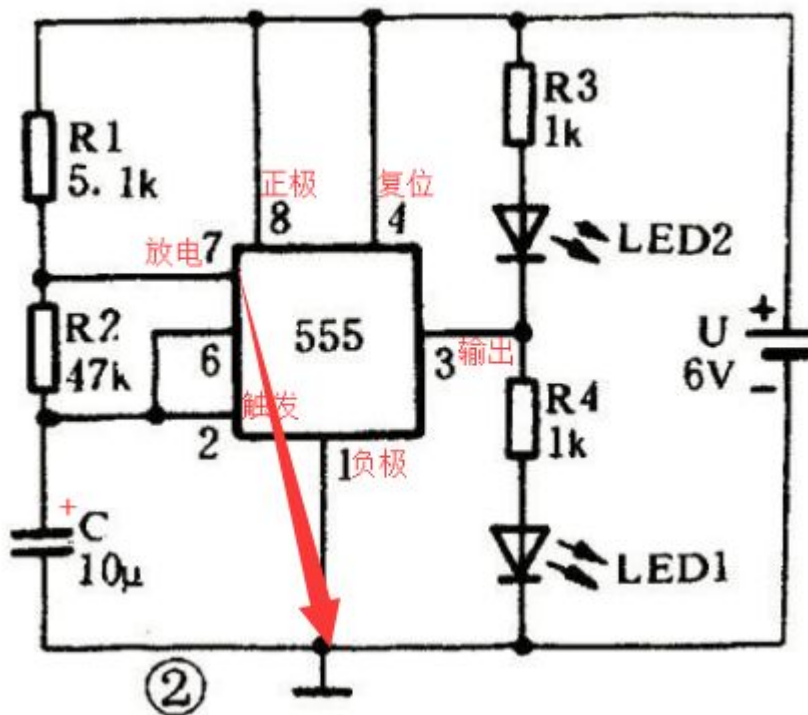
2 脚和 6 脚并到一根线上，共同作为触发脚，我简称它们为 26 脚。

电路开始接到 6V 电源的瞬间，6V 电源通过电阻 R1 和 R2，对电容 C 进行充电。因为 26 脚和电容正极相连，当电容刚开始充电的时候，26 脚的电压近似为 0，小于 $1/3 VCC$ （2V）。2 脚电压小于 $1/3 VCC$ （2V），3 脚则输出高电平。此时，7 脚也跟着输出高电平，但是对电容 C 的充电电路无任何影响。

电容和电池一样，充电不是瞬间完成的，有个时间过程。特别是隔着电阻进行充电，电阻和电容越大，充电时间越慢，电阻和电容越小，充电时间越短。

当经过一段时间，随着电容 C 的充电，电容 C 的正极电压不断升高。当电容 C 的正极电压超过 $2/3 VCC$ ，也就是超过 4V 的时候，6 脚的电压大于 $2/3 VCC$ （4V），2 脚的电压也大于 $1/3 VCC$ （2V），从而 3 脚电压由高（5V）变低（0V）。此时，7 脚也跟着输出低电压（0V），7 脚此时可以视为电源负极，也就是地极。电容 C 通过电阻 R2，对 7 脚放电。而从 VCC 通过 R1 过来的电流，直接流到 7 脚（地极），无法继续给电容 C 充电。（所以 7 脚被称为放电脚，它的作用就是给电容放电的。这里 R1 的阻值不应过小，否则当 7 脚接地时，通过 R1 的电流会比较大，有可能烧坏 555 芯片）

觉得难理解的人，可以看下面这张图，我画了根红线，7 脚电压为 0V 时，相当于接地，也就是在 R2 和 C 之间，短路了一根导线。



电容通过电阻放电也不是瞬间完成，需要一个时间过程。电阻和电容越大，放电时间越长，电阻和电容越小，放电时间越短。

随着电容 C 的放电，26 脚的电压从 $\frac{2}{3} V_{CC}$ (4V) 逐渐降低，当电压降低到小于 $\frac{1}{3} V_{CC}$ (2V) 的时候，2 脚的电压满足小于 $\frac{1}{3} V_{CC}$ (2V) 的条件，3 脚又重新输出高电平。此时 7 脚也从 0V 变成高电压，电容 C 的放电停止，重新进入充电状态。

当 C 的电压超过 $\frac{2}{3} V_{CC}$ ，3 脚的电压又被变成低电压，然后电容 C 又通过 R2 对 7 脚放电……重复以上的充电和放电过程，3 脚的电压就有规律的高低循环。

以上可以得出一个结论。电容 C 充电的时间，就是 3 脚输出高电压的时间；电容 C 放电的时间，就是 3 脚输出低电压的时间。有人问，这个结论有什么用呢？用在 NE555 的直流电机调速电路上。高低电压的时间比，就是调速电路 PWM 的占空比。下面有个电路图，我会详细的讲。

3 脚高低电压切换的时间其实就是电容 C 的充放电的时间。电容 C 充电的时候，是通过 R1 和 R2，放电是通过 R2。

所以电容 C 充电的速度和电容 C 的电容量和电阻 R1、R2 的电阻值有关系。

放电的速度和电容 C 的电容量和电阻 R2 的电阻值有关系。

基本来说，C 和 R2 越大，充电放电的速度越慢，3 脚电压切换的速度就越慢，反之切换速度就越快。

如果把 R2 换成一个可变电位器，就可以通过变换 R2 的阻值来控制两个 LED 灯的闪烁频率。

555 振荡频率计算

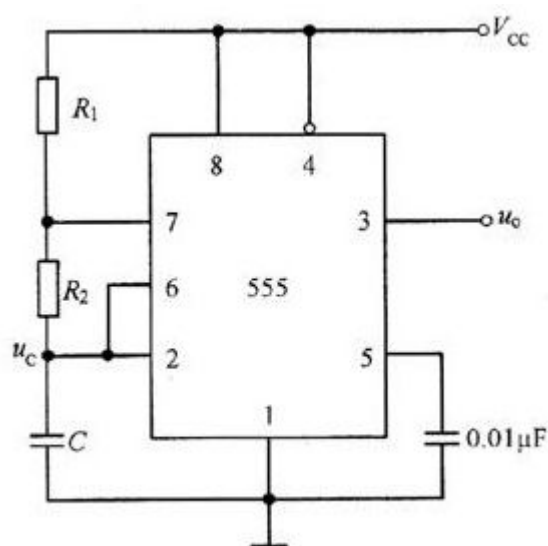
当电容 C 的电容值非常小的时候，3 脚的高低电平切换频率就会非常高，555 就变成了一个高频振荡器。

如果电容 C 电容比较大，3 脚的切换频率就会比较低。

那么怎么计算这个振荡频率呢？

有个公式的，如下：

当 555 的基本电路如下的时候，振荡周期 T 计算公式如下：



$$T = 0.7 \cdot (R_1 + 2 \cdot R_2) \cdot C$$

频率 f 等于周期的倒数，所以 $f = 1/T = 1.43 / [(R_1 + 2R_2)C]$

多说一句，电容 C 的电容值的单位是 F （法拉）， $1 \mu F$ 是百万分之一 F ，不要搞错了。

另外说一句，5 脚接个 $0.01 \mu F$ 电容到地，是常见的做法。不接也可以，接上有助于稳定振荡频率？？？（大概吧，哈哈）

比较通用的说法如下：

5 脚为控制端，平时输入 $2/3 U_{DD}$

作为比较器的参考电平，当 5 脚外接一个输入电压，即改变了比较器的参考电平，从而实现对输出的另一种控制。如果不在 5 脚外加电压通常接 $0.01 \mu F$ 电容到地，起滤波作用，以消除外来的干扰，确保参考电平的稳定。

电路讲解二（振荡电路 2）

电路一中，555 振荡的产生是通过 2 个电阻和一个电容，通过 7 脚放电实现的。其实还有一种振荡电路，如下图：

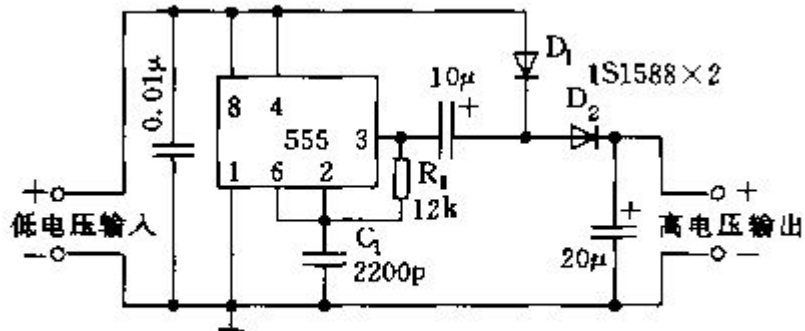


图 9-11 直流升压电路

www.Ndiy.cn

这个电路，它只用了 1 个电阻 R_1 和 1 个电容 C_1 就实现了高频振荡。

$0.01\mu\text{F}$ 的电容是滤波用的，可以忽视。

$10\mu\text{F}$ 的电容和 D_1 、 D_2 ， $20\mu\text{F}$ 的电路是自举升压电路，这个以后再讲，我们只分析其中的高频振荡电路。

初始状态：电路上电瞬间，3 脚最初的状态是低电平（0V），电容 C_1 的电压也为 0，那么 26 脚的电压等于 C_1 的电压，为 0V，小于 $1/3 V_{CC}$ ，3 脚低电平输出变为高电平输出。

状态 1：当 3 脚为高电平输出的时候，3 脚高电平通过 R_1 对 C_1 充电，当 C_1 电压超过 $2/3 V_{CC}$ 的时候，因为 26 脚的电压和 C_1 的电压相等，所以 3 脚又重新变为低电平。

状态 2：此时， C_1 有电压，它通过 R_1 ，对低电平的 3 脚放电，当 C_1 电压降到 $1/3 V_{CC}$ 以下，即 2 脚的电压降到了 $1/3 V_{CC}$ 以下，3 脚变为高电平。

状态 1 和状态 2 不断的循环，则 555 进入高频振荡状态。

这个振荡频率的计算公式大概是 $f=0.7/RC$ ，具体对不对我也懒得去找了。呵呵。

如果上面 2 个振荡电路能够明白和理解，那么全部的 555 电路对你来说基本已经没有难度了。

直流自举升压电路

这个电路暂时可以跳过不看，如果有兴趣再来看。先把 555 电路弄明白。呵呵。

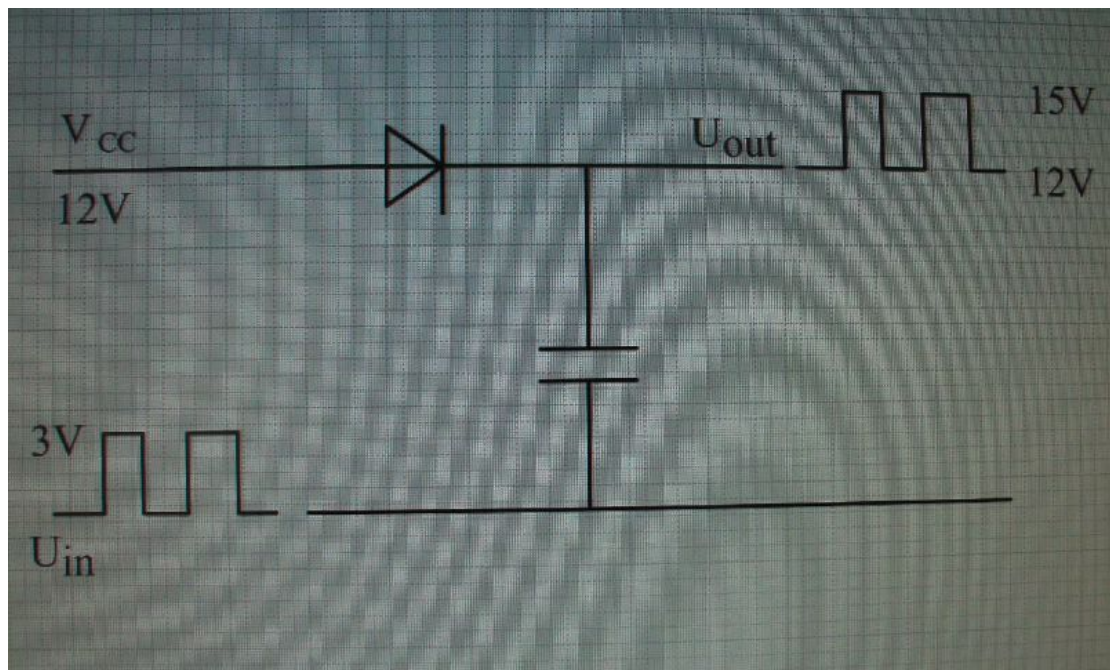
这里顺便我也讲一下直流自举升压电路。

这个电路曾经让我迷惑了很长时间。交流倍压电路我能看懂，但是直流的就有点难懂。我的印象中，没有电感，如何升压？

这个在做双向直流电调和无刷电调电路中都很重要，不能不掌握。

电路图 2 本质是一个直流自举升压电路，如果 3 脚输出的方波频率够高，它就可以输出 2 倍的输入电压。但是这个电压不能带负载，因为自举升压的电流非常的小，用来驱动电压敏感的 MOS 管还可以，用来带负载那是妄想，电压直接下降一半，相当于没升压，哈哈。

直流自举升压原理图：



上图是我网上找的一个原理图。比较简单，我们先从简单的开始理解。

图中，12V 的 V_{cc} ，经过脉冲方波的升压，变成了 15V 的方波电压。

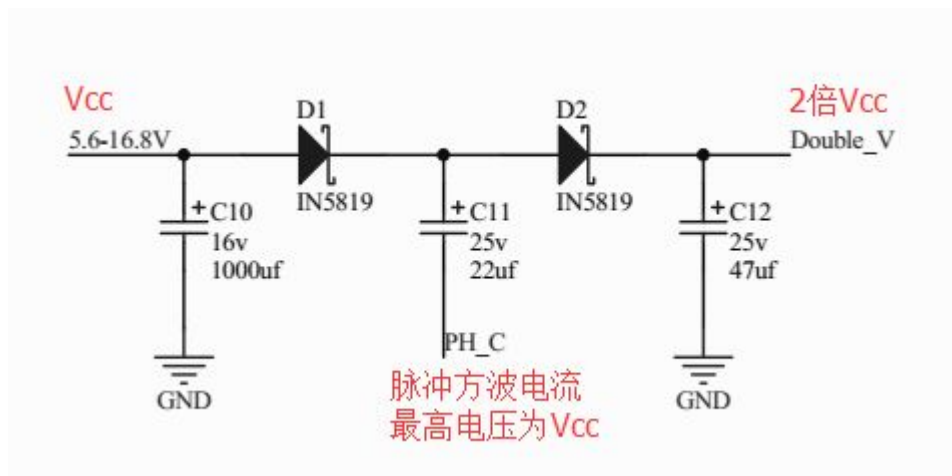
$$V_{out} = V_{cc} + V_{in}$$

其中 V_{in} 是方波电压，如果 V_{in} 的频率足够高，那么上面的公式成立。

原理很简单啊，上面的二极管的单向导电性，防止 V_{out} 对 V_{cc} 放电，避免电压的降低。 V_{in} 是脉冲电流，可以通过电容，给 V_{cc} 增压。电容的一个特性就是隔直流，通交流，所以如果 V_{in} 是直流电，是无法自举升压的，必须是脉冲电流。

这个图是自举升压的基础，理解这个图，那么电路图 2 的自举升压电路也明白了。

我上一个直流自举升压电路，取自冷血电调的自举升压电路。其实和振荡电路 2 的自举升压电路是一样的，不过多了一个稳压电容 C10。



PH_C 是一个高频脉冲方波，最高电压和 Vcc 是一样的。通过升压电路，可以得到 2 倍的 Vcc 电压。

原理也是利用二极管的单向导电性，还有电容的通交流，隔直流的特性，脉冲方波电流这里认为是交流电，因为它的电压有高有低。

说实在的，我也不是很懂这个电路图的原理，这里大概说说，大家姑且听听。

电容 C10 的作用是存储电荷，顺便对 Vcc 进行稳压，Vcc 和 C10 一起，通过 D1 和 D2 给 C12 充电。此时 C12 的电压为 Vcc。振荡电路 2 中，C10 就被取消了，在上图中，因为电调的放电电流非常大，所以加一个 1000uF 的大电容进行稳压。

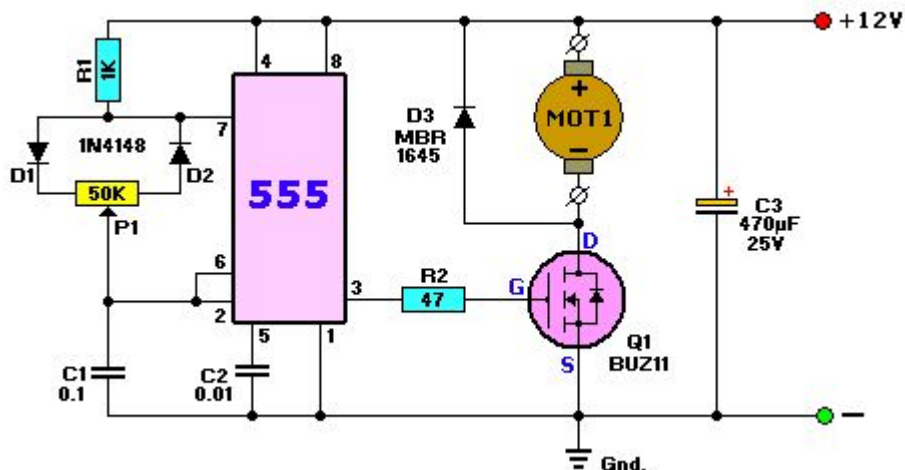
脉冲方波电流通过电容 C11 和 D2，叠加电压到 C12 上，使 C12 的电压等于 $V_{cc} + V_{cc} = 2V_{cc}$ 。因为 D2 和 D1 的单向导电性，C12 无法反向通过 D2 和 D1 对 Vcc 放电，也无法通过 D2 对 C11 充电，所以 C12 的电压可以一直保持高电压，升压的目的达到了。

同时，因为 Vcc 是直流电，Vcc 的电流虽然可以通过 D1，但是 Vcc 的电流无法通过电容 C11，所以 PH_C 和 Vcc 可以认为是断路的，Vcc 不会影响 PH_C 的方波波形，也就是脉冲方波可以一直为 C12 升压，不会受到 Vcc 的影响。

好了，不管你看不看的懂，直流自举升压电路讲完了。有兴趣的可以去看看用二极管和电容组成的交流自举升压电路，那个很容易理解。

不过我对高压电比较害怕，这里就不讲交流自举升压了。我们继续 555 电路。

电路讲解三（直流电机调速电路）



这个直流电机调速电路应该是一个非常实用的电路，商品的电机调速器，基本都是这个电路。我们玩航模、车模（别想歪了）、船模，经常用到直流电调。直流电调是利用单片机，输出 PWM 调速信号，利用 PWM 信号的占空比，控制 MOS 管的开关的时间长短，来对电机进行无级调速。单片机价格比较贵，要写程序，还要烧录，比较麻烦。如果单纯的手工拧拧电位器来调速的话，555 调速电路所以还是有优点的，一时半会不会被淘汰。不知道 PWM 的同学，去百度一下，这个篇幅比较长，这里不讲了。

讲这个电路以前，先简单说一下 MOS 管的作用。

上图用的是 N 沟道 MOS 管，它有 GDS 三个引脚。给 G 一个正电压，D 和 S 之间的电阻就会非常小，相当于导通，电机 MOT1 就被接到 12V 电的正负两端上，就能转了。

如果去掉给 G 的正电压，让 G 电压变成 0V，那么 D 和 S 之间就电阻就会非常大，相当于断路，那么电机就会被从负极上断开，电机就停转了。

再说一下二极管 D3 的作用，它这里叫续流二极管，也叫肖特基二极管。它的作用是反向并联在电机的两端，从来短路掉电机断电的时候产生的反向感应电动势，防止累计的反相电压过高，烧掉昂贵的 MOS 管。

电容 C3 是一个容量较大的电容，作用是稳压+滤波。

上面都是常识，下面对 555 电路进行分析。

这个图，如果把 D1 和 D2 换成导线，可调电阻 P1 换成固定电阻，这个电路，就是一个典型的振荡电路，和最上面的振荡电路是一样的。我们可以知道，这个电路最基本的功能就是产生一个高频的方波信号。这个方波信号，其实就是一个 PWM 信号，如下图：



PWM 信号每个周期，包括一个高电平和一个低电平。

PWM 信号高电平时间和整个周期的时间比值，就是 PWM 信号的占空比。

如果占空比为 50%，那么说明高电平时间和低电平时间各占周期时间的 1/2。

如果占空比为 75%，那么说明高电平时间占 3/4，低电平时间占 1/4。

如果占空比为 25%，那么说明说明高电平时间占 1/4，低电平时间占 3/4。

电机的当前转速和最高转速的比值，和 PWM 信号的占空比是相等的。

当 PWM 信号的占空比为 50%，电机的转速就是最高转速的 50%。

当 PWM 信号的占空比为 10%，电机的转速就是最高转速的 10%。

这样我们就清楚了，要调节电机的转速，只要调节 PWM 信号的占空比就而已了。

要调节占空比，就是要调节 555 芯片的 3 脚输出的高低电压的时间比值。

我在上面也总结过了：

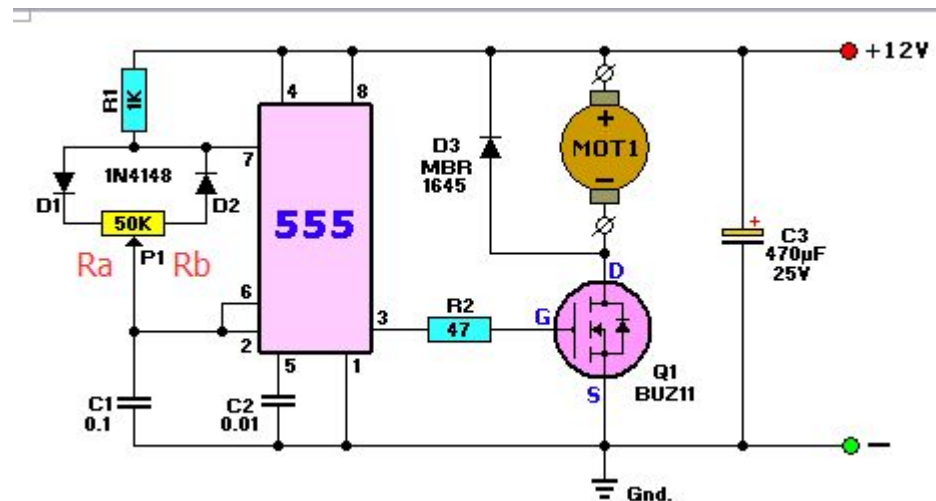
3 脚输出高电压的时间=电容 C1 充电的时间。

3 脚输出低电压的时间=电容 C1 放电的时间。

在电容 C1 的容值固定的情况下，电容 C1 的充电时间和放电时间和什么有关呢？

看下图，我把可调电阻 P1 分成了左边的 Ra 和右边的 Rb 两个电阻。

二极管 D1 和 D2，利用二极管单向导电的特性，很巧妙的把 P1 分成了左右两个电阻，分别控制充电和放电，互不干扰。



当 C1 要充电的时候，电源+12V，通过电阻 R1，D1，Ra，来对 C1 进行充电。
所以充电时间和 R1、Ra 有关。因为 R1 的阻值是固定不变的，所以实际上，充电时间，只和 Ra 的大小有关。

换言之，Ra 越小，充电时间越短，3 脚输出高电压的时间就越短。

Ra 越大，充电时间越长，3 脚输出高电压的时间就越长。

那么我们再来看 C1 的放电时间和谁有关系。

当 3 脚输出低电压的时候，C1 通过 Rb，D2，对 7 脚放电。放电时间和 Rb 有直接关系。

换言之，Rb 越大，放电时间越长，3 脚输出低电压的时间就越长。

Ra 越小，放电时间越短，3 脚输出低电压的时间就越短。

通过分析，我们看出，当 Ra 变大，Rb 自然变小，3 脚 PWM 信号占空比变大，电机转速变快。反之，电机转速变慢。

很奇妙的设计吧，通过可调电阻 P1 的阻值变动，3 脚输出 PWM 信号的占空比跟着变化，电机转速的调整就完成了。

顺便再说一下其他几个元件的作用。

R1 是限流的，对 555 的 7 脚限流，同时也控制 PWM 信号的最低占空比，当 Ra=0 的时候，PWM 的占空比最低，但是因为 R1 的存在，C1 充电始终要一点时间，所以最低占空比不会为 0，电机此时应该不会转动，或者以非常缓慢的速度在转动。

所以 R1 的阻值越小越好，但是不能太小，太小的话，555 的 7 脚电流会很大，容易过热。这里取 1K 正合适。如果希望电机在最低转速时能转的快一点，可以适当提高 R1 的阻值，也就是提高了最低占空比的大小。

R2 也是限流电阻，但是用来保护 MOS 管的 G 极的，有没有皆可。现在 MOS 管也不是什么昂贵的东西。

最后说一下，个人制作这个电路的时候，如果供电电压超过 16V，请为 555 单独加上降压电

路，降压到 12V。电机的电压不用降低，和 555 共地即可。
如果电压低于 8V，请使用超低电压导通的 MOS 管，否则电机运转的时候，MOS 管会很烫。因为大部分的 MOS 管，它的完全导通电压都超过 7V，除非是超低电压导通的 MOS 管。总之，根据你使用电机的电压和功率，选择不同型号的 MOS 管。

电路讲解四（按键延时电路）

最难理解的东西都已经讲了，剩下的几个电路都是很容易理解的。555 的施密特电路因为 DIY 应用几乎用不到，所以就不讲了。自己看也能理解，就是把杂波过滤成清爽的方波而已。

延时关闭电路

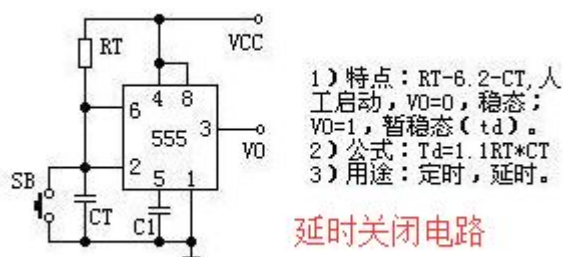


图 1

555 最早被发明出来，就是做电子定时器用的。比如做个定时炸弹啥的？？？别笑，它真的可以做的。

上图比我们熟悉的振荡电路，少了一个电阻，也少了 7 脚的使用。多加了一个轻触开关 SB，名字好有个性。

我们先分析一下这个电路的静态状态：

VCC 通过 RT 对 CT 充电完成后，此时 26 脚的电压等于 VCC，所以 3 脚总是输出 0V 电压。

当 SB 按下，CT 的电压被 SB 开关短路，瞬间放电到 0V，2 脚电压为 0V，小于 $1/3VCC$ ，故 3 脚输出高电压，即 VCC。

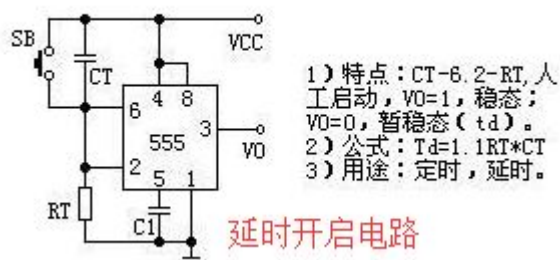
当 SB 松开，VCC 又通过 RT 对 CT 进行充电，当充电电压达到 $2/3VCC$ 后，26 脚电压满足条件，3 脚又输出 0V 电压。随后，CT 的电压继续被充电到 VCC。此时，26 脚电压为 VCC。

这个就是一个典型的 555 的按键延时开关电路。

当增加 RT 的阻值和 CT 的容量，可以延长 3 脚保存高电压的时间。

这个电路常配合光敏电阻用在走廊灯的延时关闭上面。当开关被按下，走廊灯被点亮几分钟后自动关闭。白天的时候，光敏电阻接到 4 脚和地极，对 555 进行复位，使 3 脚始终输出 0V，即时按键被按下，也不会点亮灯泡。

延时开启电路



延时关闭电路的作用是按下按键，打开一段时间后自动关闭。
 那么延时开启电路的作用就是按下按钮，关闭一段时间后自动打开。

上图的静态状态：

26脚通过 RT 接地，CT 电容隔断了直流电 VCC，所以此时 26 脚电压为 0V，3 脚电压为高电压。

当 SB 按下，CT 被 SB 开关短路，CT 的电压瞬间放电到 0V。同时 26 脚的电压被 SB 开关直连到 VCC，26 脚的电压为 VCC，3 脚输出低电压 0V。

当 SB 松开，VCC 通过 RT 对 CT 开始充电（虽然 RT 连在负极，但是道理是一样的，电流一样要经过 RT）。在 CT 充电过程中，会有电流从 RT 上流过，所以 RT 上方会有一个电压 URT。随着 CT 电压的上升，充电电流也慢慢变小，URT 随之从大变小。26 的电压和 URT 是一样的，当 URT 降低到 $1/3VCC$ 以下，3 脚输出高电压。随后，CT 的电压继续被充电到 VCC。此时，26 脚的电压为 0。

这个电路和上面的电路功能正好相反。掌握上面的那个就可以了。

延时时间

上面两个电路的延时时间 T，也有公式：

$T = 1.1RT \cdot RC$ ，单位是秒。

电路讲解五（延时触摸电路）

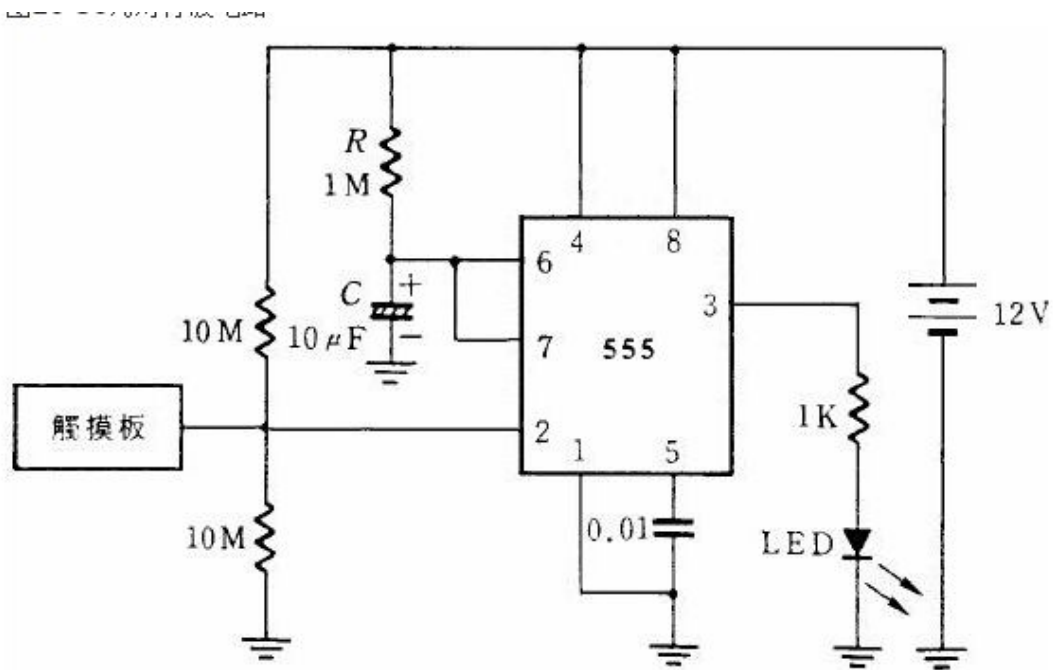
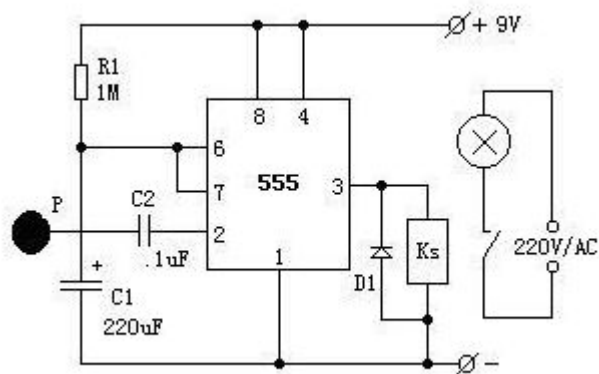


图21 触摸开关电路



我给出了两个电路，其实都是一样的。

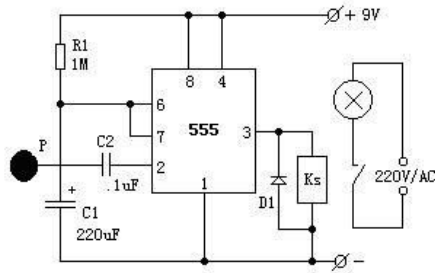
上图 2 脚有 2 个 10M 的电阻提供上拉电压，手指必须碰到触摸板才让 3 脚输出高电压。

下图 2 脚直接串了个 0.1uf 的瓷片电容，这个手指基本只要靠近触摸板就可以了，碰不碰到都可以，灵敏度很高，但是容易误触发。

网上对 555 的触摸电路讲解也有，我看过，讲的人自己也不明白，说什么感应电压，人体杂波，我也是无语了。

我截个图，大家可以看看，但是下面的是不对的，别强迫自己理解：

集成电路IC1是一片555定时电路，在这里接成单稳态电路。平时由于触摸片P端无感应电压，电容C1通过555第7脚放电完毕，第3脚输出为低电平，继电器KS释放，电灯不亮。



当需要开灯时，用手触碰一下金属片P，人体感应的杂波信号电压由C2加至555的触发端，使555的输出由低变成高电平，继电器KS吸合，电灯点亮。同时，555第7脚内部截止，电源便通过R1给C1充电，这就是定时的开始。

当电容C1上电压上升至电源电压的2/3时，555第7脚道通使C1放电，使第3脚输出由高电平变回到低电平，继电器释放，电灯熄灭，定时结束。

定时长短由R1、C1决定： $T_1=1.1R_1 \cdot C_1$ 。按图中所标数值，定时时间约为4分钟。D1可选用1N4148或1N4001。

我先说三点常识吧：

- 1、当电子元件接入电源时，如果它的某一个脚悬空的时候，这个脚的电压通常都认为是高电压，而不是0V低电压。
- 2、人体站在建筑物上，建筑物又站在地球上，所以任何时候，人体都等同于地极，人体的电压可以看做0V。我们有时候不小心碰到交流电的火线，虽然没碰到零线或者地线，还是会被电的发黑，就是因为人体本身就可以看做地线。
有人和我说，我身上有静电，碰到别人就放电。你静电总有放完的时候吧，你不可能永远带电吧？
- 3、空气的电阻非常大，要击穿空气，需要非常高的电压，例如闪电。但是潮湿的空气，电阻就相对小很多。所以很多感应开关，在南方雨季潮湿的空气中，就很容易误触发。

下面分别说说两个电路的电路分析：

触摸电路一

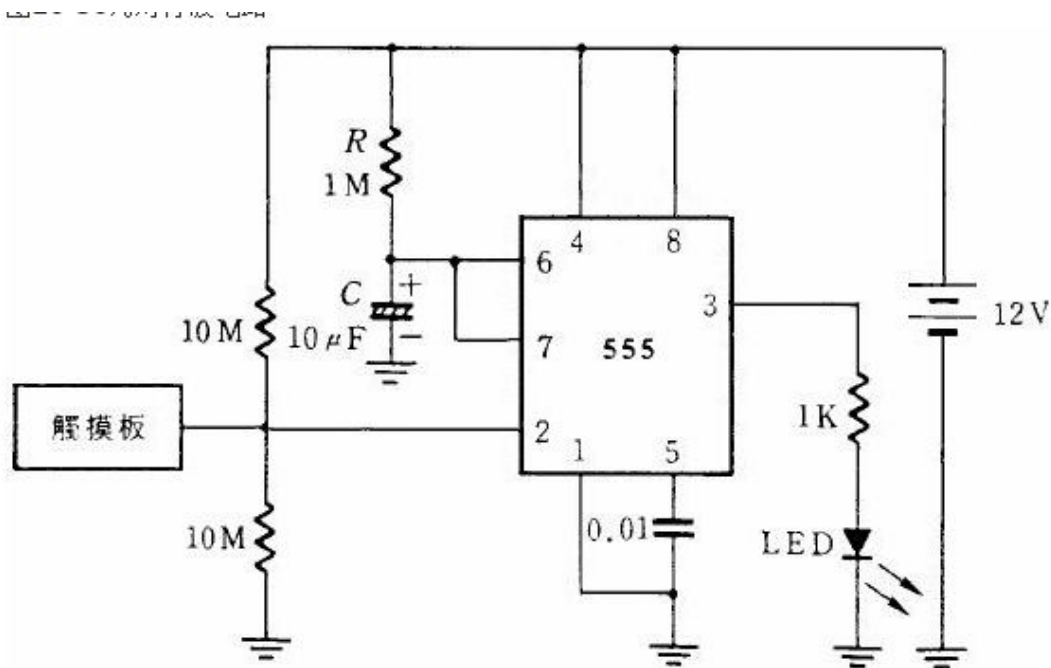


图21 触摸开关电路

先分析一下此电路的静态状态：

触摸板和 2 脚相连，然后接在 2 个串联在一起的 10M 的电阻的中间。2 个 10M 电阻串联在 VCC 和地极之间，所以电阻中间的电压应该是 VCC 的一半。那么 2 脚的电压是 $1/2V_{CC}$ ，大于 $1/3V_{CC}$ 。

此时 3 脚的电压为低电压，LED 不发光。原因如下：

如果 3 脚是高电压，那么 7 脚电压也是高电压，电容 C 就会被 VCC 经过电阻 R 充电，当电容 C 电压高到 $2/3V_{CC}$ 的时候，3 脚就会变成低电压。

因为 7 脚的电压和 3 脚电压一致，所以也是 0V。因为 6 脚和 7 脚相连，所以 6 脚电压也是 0V。同时，电容 C 正负极都接到了地线上，所以电容 C 被短路，C 被放电，电压也变为 0V。

当人体任何一部分触摸到触摸板的时候，人体可以视为地极，所以触摸板的电压被人体拉低到了 0V，2 脚电压也为 0V，小于 $1/3V_{CC}$ ，3 脚高电压输出，LED 开始发光。

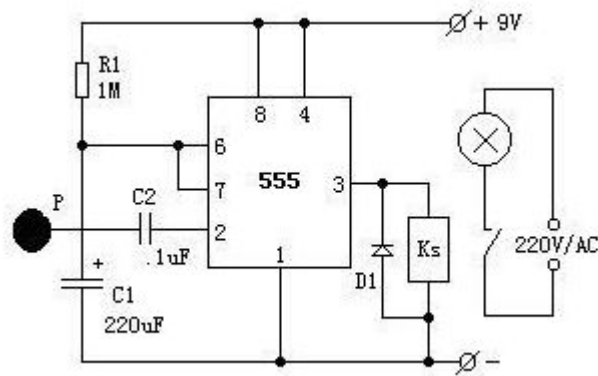
这里注意一点，虽然 2 脚通过电阻和 VCC 相连，但是电阻的阻值 10M 非常大，所以无法有效的拉高电压。这两个 10M 电阻的作用就是静态电压上拉电阻，没有电流的输出能力。而当人体离开了触摸板，触摸板的电压又被 2 个 10M 电阻拉高到了 $1/2V_{CC}$ 。

当 3 脚输出高电压，7 脚也变成高电压，电容 C 的短路状态被解除。VCC 通过电阻 R 给电容 C 充电。随着 C 电压的升高，当 C 电压超过 $2/3V_{CC}$ ，也就是 6 脚电压超过 $2/3V_{CC}$ ，此时 2 脚电压也超过 $1/3V_{CC}$ ，所以 3 脚又重新变为低电压，LED 没有电压，熄灭。

这个电路就是一个典型的触摸延时开关。和上面的按键延时开关其实功能差不多，但是把按键改成了触摸板，感觉高大上一点。但是缺点就是容易误动作，所以加了 2 个 10M 的电阻

进行静态电压上拉。

触摸电路二



这个电路的 2 脚没有静态电压上拉电阻，但是因为 2 脚悬空（悬空的意思就是没接入回路），2 脚的静态电压可以看做高电压。所以静态的时候，因为 2 脚高电压，6 脚也高电压，3 脚肯定输出低电压。

3 脚输出低电压，电容 C1 就相当于被 7 脚对地短路，电压为 0。

当手指或者其他人体部分，靠近触摸板 P 的时候，2 脚的电压就被人体拉低到了 0V，小于 $1/3V_{CC}$ ，3 脚就输出高电压，带动继电器打开了灯泡的开关。

人体离开触摸板一段距离，2 脚又被悬空，又处于高电压的状态。

3 脚输出高电压，7 脚就不在对电容 C1 短路了，所以电容 C1 就可以通过 R1 充电。当充电电压增高到 $2/3V_{CC}$ 以上时，26 脚都满足了条件，3 脚输出低电压，继电器关闭，灯泡的开关也被关闭。

这里多了个二极管 D1，原理也是续流二极管，但是用来短路继电器 Ks 的反相感应电压，保护 555 的 3 脚的。

大家知道，继电器就是一个线圈绕的电磁铁，当继电器断电的时候，根据楞次定律，线圈内会产生一个方向相反的感应电压。这个电压刚好被二极管 D1 给短路掉。

这个电路，因为 2 脚悬空，比触摸电路一灵敏很多，误触发也很容易，而且 2 脚引出的导线不能过长，等等吧，需要大家自己去实验。

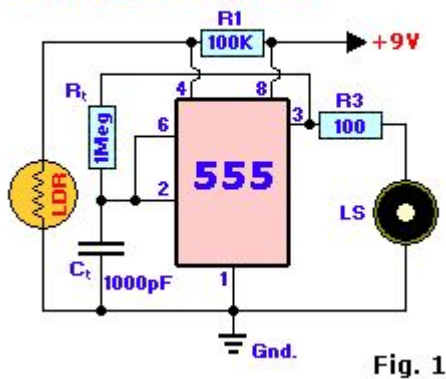
类似于这种触摸电路，还有用三级管的 b 极来做触摸板的，其实都是一个道理。就不一一来讲了。我觉得我已经说的很细了，能看懂前面的电路，那么其他的 555 电路都是应该没有问题的。

其它有趣的 555 电路

还有一些有趣的 555 电路给大家分享一下。
大家可以自己分析一下电路，再练习一下 555 电路分析。

黑暗检测报警电路

Dark Detector

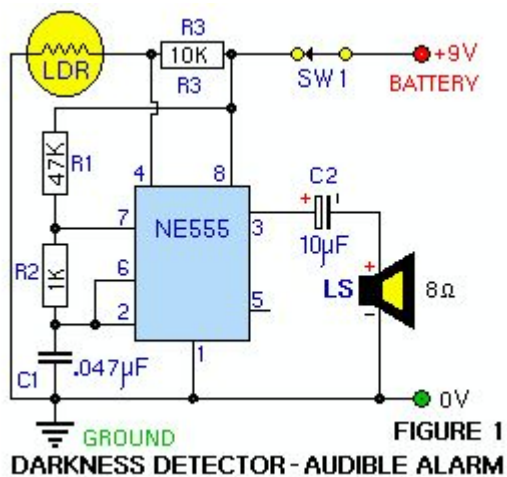


这个电路当天黑的时候，他就会报警。
其中 LDR 是光敏电阻，有光的时候电阻很小，没光的时候电阻很大。

LS 是个无源蜂鸣器，你可以当个普通的小喇叭来看，那个 1Meg 是个 1M 阻值的电阻。
eg=example，就是举例的意思。1Meg 就是举例一个 1M 的电阻。
简单说一下，电路本身就是一个普通的振荡电路，应该是我们讲的振荡电路二。

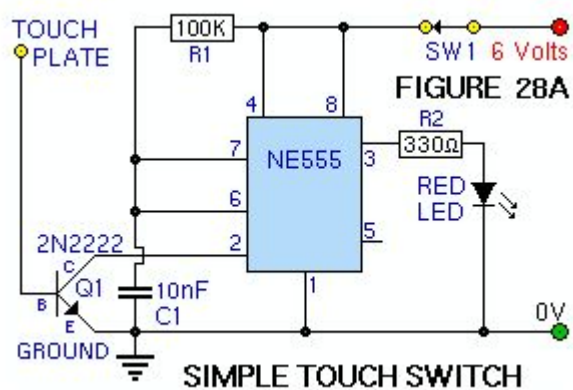
4 脚是复位脚，它把 4 脚通过光敏电阻接到了地极。
当有光的时候，光敏电阻阻值很小，4 脚相当于接地，所以 555 一直处于复位状态，3 脚电压一直是 0V。
当天黑的时候，光敏电阻阻值变大，4 脚被 R1 上拉到高电平，复位状态解除。此时，555 电路就开始了振荡，3 脚不停的在高低电压之间变化，喇叭就跟着发出声音。

下面也是一个黑暗检测电路，只不过它采用了的振荡电路一的方式。



这个电路留给大家自己分析练手。

闪光灯电路



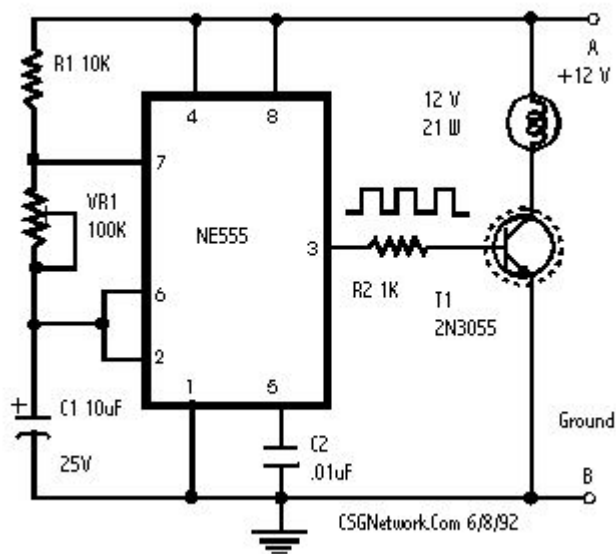
这个电路的触摸板用的是三极管的 b 极。

其实不要看 Q1 是个三极管，实际上，他根本没用到三极管的任何功能。

他只是把三极管的 PN 结电容，作为了一个滤波的小容量电容。一个三极管能当 2 个电容使用。

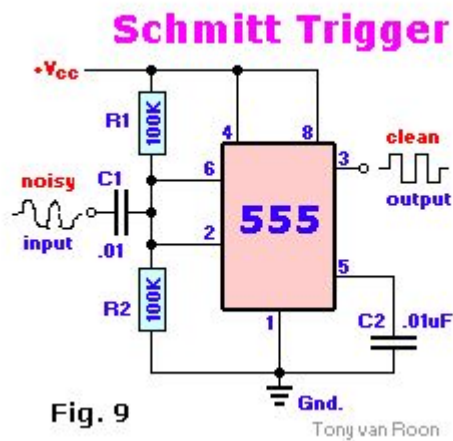
你把 bc 和 be 都看成 2 个容量很小的瓷片电容就可以了。电路理解参照上面的触摸电路二。

三极管驱动的闪光灯电路



振荡电路一，但是他用了 1 个三极管驱动更大的电流，来带动 12V21W 的小灯泡。

施密特触发器



杂波进，方波出。原理很简单。杂波电压峰值是正压，峰谷是负压。

26 脚的电压=杂波电压+ $1/2V_{CC}$ 。

26 脚电压低于 $1/3V_{CC}$ ，3 脚输出高压方波，26 脚电压高于 $2/3V_{CC}$ ，3 脚输出 0V 方波。

26 脚电压在 $1/3 \sim 2/3V_{CC}$ 之间，方波波形保持不变。

结束语

暂时就讲这么多了，肯定有错，毕竟我也是初学，也是一边学习一边写的。

估计耐心看完的也不多。

我大概还好再写几篇类似的，介绍一些常用的硬件，如 TL341，LM358，还有一些光耦隔离的应用等等。单片机不是一个孤立的东西，它虽然可以做很多事情，但是外围的硬件知识也大约要了解一下。笑~。

浅雪 2015 年 11 月 3 日