

3-刘洪磊-week15

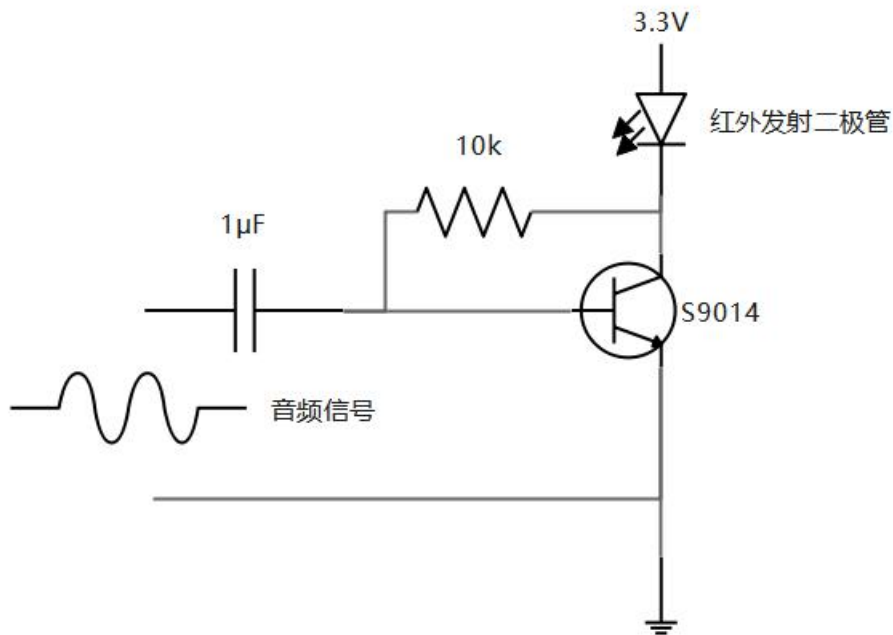
最后一周的任务内容，即深入且定量的分析我们 DEMO 中所使用的电路图。

由于前期学习三极管时并未严格要求计算，懒惰是会付出代价的。故我们本周复习了三极管相关计算以及结合红外发射管、接收管、系列三极管工作手册，分析电阻，电容，三极管等器件的工作情况与选型。

1. 红外发射电路分析

1.1 使用示波器进行基本测量

由于我们对分析三极管电路不熟悉，我们决定逆向分析，测量各个器件两端电压波形：



电源电压：树莓派 3.3V

输入音频信号两端：540mV-780mV

红外发射管两端：没有音频信号保持 1.2V，有瞬间小波动，但基本无影响。放大信号可以看见方波，即 1.2V 是由高频方波形成的。当有音频信号通过时，从 1.2V 骤降到 1V 附近，降幅为 0.2V 左右，有时升至 1.3V。



电阻两端：保持 2.2V 波动

三极管 BE 两端电压：与音频信号保持基本一致的 540mV-780mV。

1.2 逆向分析

电阻两端电压加红外发射二极管两端电压，与 3.3V 相等。（1.2+2.2=3.4 一开始可认为是估读精度问题）

这样 BC 两端电压为 0，三极管不导通。

关于红外发射管-电阻这一条路为什么有电流而造成有分压，猜测为：接通瞬间电流流过这两个器件，给电容充电，当电容电压到达截止电压，三极管 BC 电压差足够导通三极管，电容放电且三极管导通。这样红外发射二极管瞬时获得 3.3V 电压。但电容放电结束三极管又会关闭回到初始情况。

这样的循环高频进行，或许可以解释为什么红外发射管-电阻总压降计算得到了 3.4V，比 3.3V 要大。因为红外发射管两端电压其实是高频率变化的电压，比静态的分压要高。

1.3 烧管的经验帮助理解三极管选型

PS：我们烧了很多红外发射管，但红外接收管始终坚挺。

其中一个烧管经历为我们依照 reference，接入的电源电压为 5V。但瞬间管子发出缕缕青烟。

我们查阅了红外发射管和 S9014 的工作手册。

光电特性参数及温度=25℃

参数	符号	小	标准	大	单位	测试条件
发光角度	2 θ 1/2		30		deg	IF=20mA
发光距离	L	12		15	m	
峰值波长	λ p		940		nm	IF=20mA
正向电压	VF	0.9		1.3	V	IF=20mA
反向电流	IR			5	μ A	VR=5V

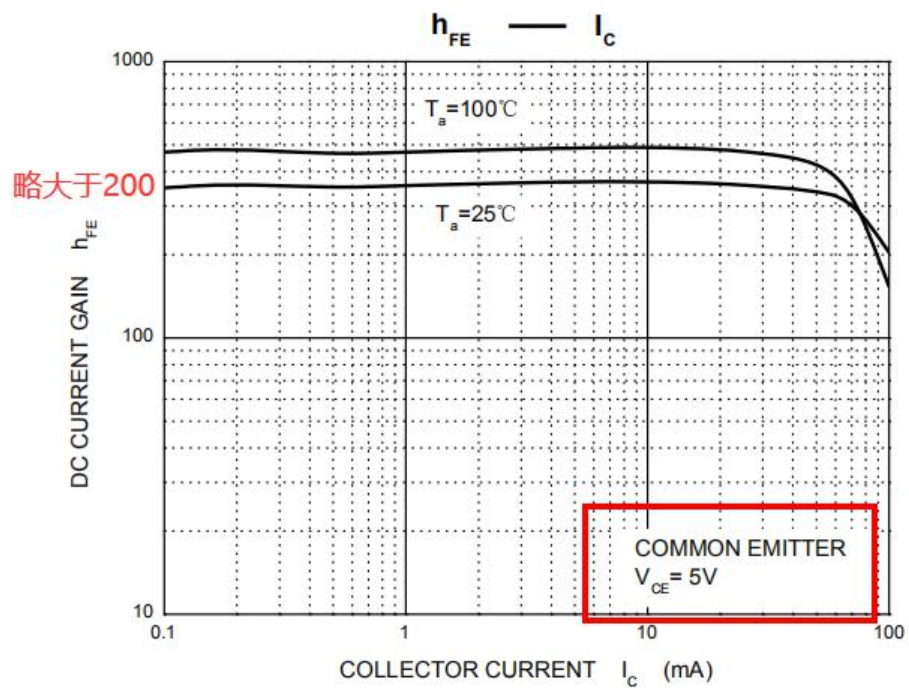
最大参数值及温度=25℃

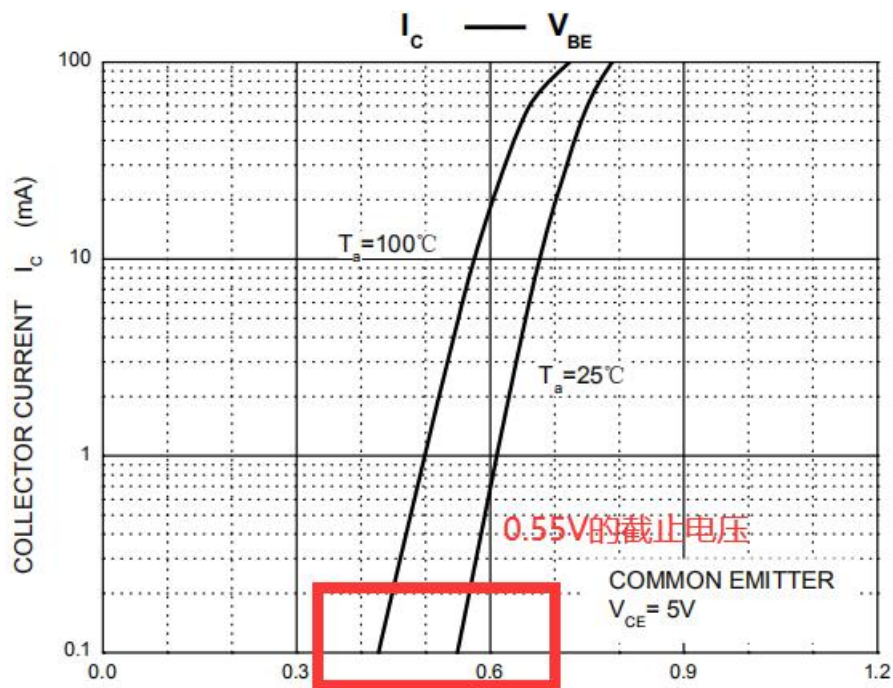
参数	极限参数	单位
功耗	100	mW
脉冲电流	60	mA
顺向直流电	30	mA
反向电压	6	V
工作温度	-55℃ to+100℃	
贮藏温度	-55℃ to+100℃	
焊接温度	260℃ for 3 seconds	

这两个数据告诉我们，发射管两端电压不能超过 1.3V，持续的电流不能大于

30mA，脉冲电流不能大于 60mA。

Parameter	Symbol	Test conditions	Min	Typ	Max	Unit
Collector-base breakdown voltage	$V_{(BR)CBO}$	$I_C = 100\mu A, I_E = 0$	50			V
Collector-emitter breakdown voltage	$V_{(BR)CEO}$	$I_C = 0.1mA, I_B = 0$	45			V
Emitter-base breakdown voltage	$V_{(BR)EBO}$	$I_E = 100\mu A, I_C = 0$	5			V
Collector cut-off current	I_{CBO}	$V_{CB} = 50V, I_E = 0$			0.1	μA
Collector cut-off current	I_{CEO}	$V_{CE} = 35V, I_B = 0$			0.1	μA
Emitter cut-off current	I_{EBO}	$V_{EB} = 3V, I_C = 0$			0.1	μA
DC current gain	h_{FE}	$V_{CE} = 5V, I_C = 1mA$	200		1000	
Collector-emitter saturation voltage	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 100mA, I_B = 5mA$			0.3	V
Base-emitter saturation voltage	$V_{BE(sat)}$	$I_C = 100mA, I_B = 5mA$			1	V
Transition frequency	f_T	$V_{CE} = 5V, I_C = 10mA$ $f = 30MHz$	150			MHz





流过 BC 两端并联的电阻的电流，就是 B 极电流，故电流为：

$$2.2V \div 10k\Omega = 0.22mA$$

我们接入了 3.3V，故 h_{FE} 取 200 粗略计算：

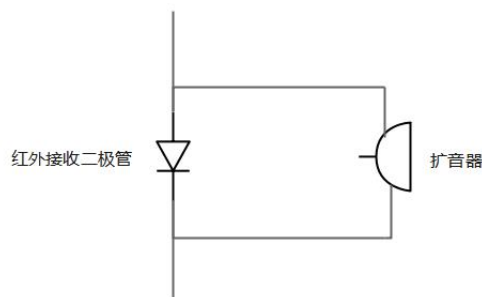
$$0.22mA \times 200 = 44mA$$

很接近于最大脉冲电流 60mA 的要求，故 5V 的电源电压很可能脉冲电流大小已经超过 60mA。

S9014 进入线性放大区的电压约为 0.55V，与测得的音频信号大小符合。故 S9014 很适合放大音频信号。

2. 红外接收电路分析 1（简单的一版）

我们搭建了两个接收电路，其中一个十分简单，即 5V 电压串联红外发射管和扩音器。由于上述的发射电路工作原理，可以预见的是，接收管两端电压在没有音频信号时，保持几乎 5V 状态，在有音频信号时，发生 0.2V 左右的电压下降。扩音器在动态电流的作用下工作。



3. 红外接收电路分析 2（复杂的一版）

周末工作，快 23:59 了。

4. EXTRA WORK

由于焊接 PCB 板不熟练，噪声比面包板接线还要大，需要重新焊接