电子线路设计项目

红外发射接收器

姓名：车凯威

学号：2016110110

日期：2019 年 5 月 25 日

目录

计划书.....1
目标阐述.....1
关键问题.....1
具体任务.....1
具体方案和关键技术.....1
原理图.....3
项目原理图.....3
线路原理图.....4
仿真.....6
红外发射 Multisim 仿真电路.....6
红外接收 Multisim 仿真电路.....8
PCB.....11
红外发射 PCB 板.....11
红外接收 PCB 板.....13
关键元器件参数.....14
所有元器件列表.....16
管脚数量.....17
进一步查看.....17

第 1 章　计划书

计划书中包含目标阐述、关键问题、具体任务和具体方案。

1.1　目标阐述

红外遥控是利用近红外光进行数据传输的一种控制方式。近红外光波长 0.76um-1.5um，红外遥控收发器件波长一般为 0.8um-0.94um，具有传输效率高，成本低，电路实现简单，抗干扰强等特点，在家用电器上被广泛使用。此处设计一个**红外发射接收器与红外接收器,能够实现通过按按钮而发出不同的红外波段，以达到控制的功能。**

1.2　关键问题

1. 按按钮发出不一样的红外波段
2. 红外发射和接收稳定，不易受外界波段的干扰
3. 具有可移植接口，方便进一步开发

1.3　具体任务

1. 通过开关控制阻值，以实现不同的射频
2. 加上滤波和放大，以减少外界波段的干扰
3. 采取模块化设计，留有接口

1.4　具体方案和关键技术

详细解释了选用的芯片和原理。

1.4.1　NE555

使用 NE555 产生红外光线。因为 NE555 时基电路（集成电路）性价比高，且价格低廉，外围元件少，根据应用需要可设计不同功能，应用十分广泛。

由 NE555 芯片手册可知，**通过控制 RA 和 RB 的比例即可控制频率和占空比。**

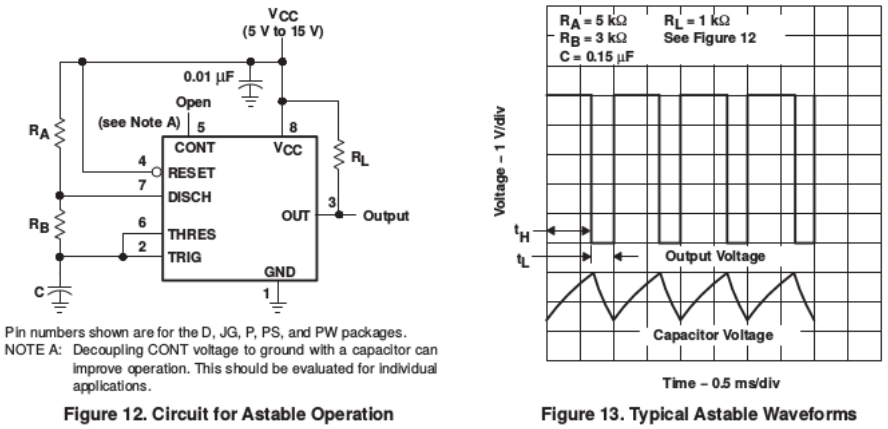


Figure 12. Circuit for Astable Operation　　Figure 13. Typical Astable Waveforms

图 1.1　NE555 芯片手册

比方说：使用 NE555 产生 38kHz, 占空比为 1/3 的方波信号。

产生方波的频率 = 0.693((RA+2RB)*C)，占空比 = RB/(RA+2RB)

因为红外发射管最佳的占空比是 1/3，C 一般为 0.01uF，所以计算之后 RA = RB =1.2k

此处，由于我们需要控制发射频率，因此我们把 RA 变成可调的电阻。

1.4.2　光电二极管

接收我们使用光电二极管用于接收产生的红外信号。光电二极管是一种能够将光根据使用方式，转换成电流或者电压信号的光探测器。管芯常使用一个具有光敏特征的 PN 结，对光的变化非常敏感，具有单向导电性，而且光强不同的时候会改变电学特性，因此，可以**利用光照强弱来改变电路中的电流**。

1.4.3　BC848B 和 2SC1815 三极管

使用此两款三极管以用于放大和解调。

第 2 章　原理图

包括项目原理图和电路原理图

2.1　项目原理图

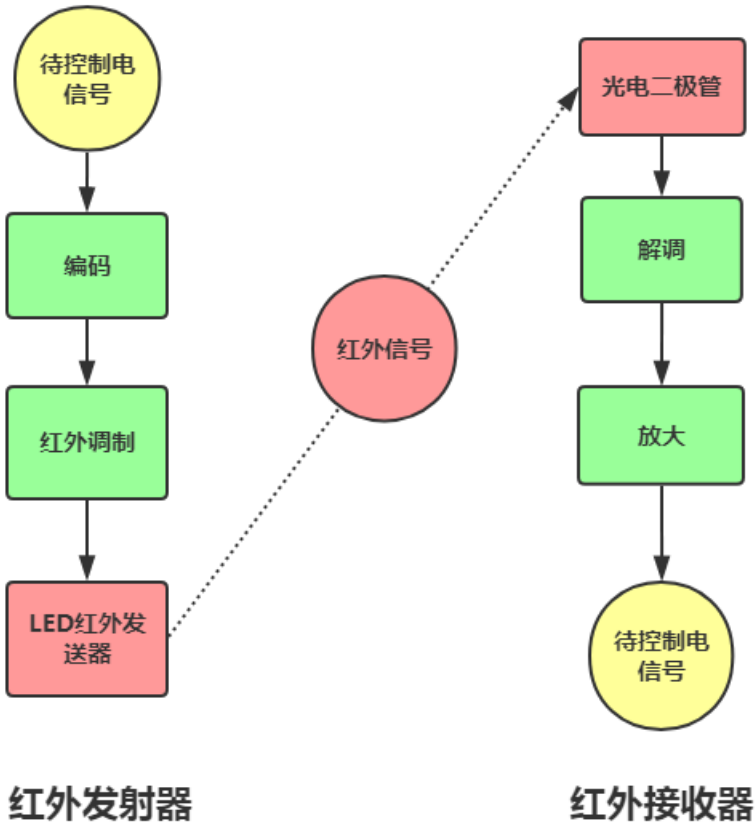


图 2.1　项目原理图

无线遥控器的原理就是发射机把控制的电信号**先编码，然后再调制**，红外调制或者无线调频、调幅，转换成无线信号发送出去。

接收机收到载有信息的无线电波**接收，放大，解码**，得到原先的控制电信号，把这个电信号再进行功率放大用来驱动相关的电气元件，实现无线的遥控。

2.2　线路原理图

2.2.1　红外发射线路原理图

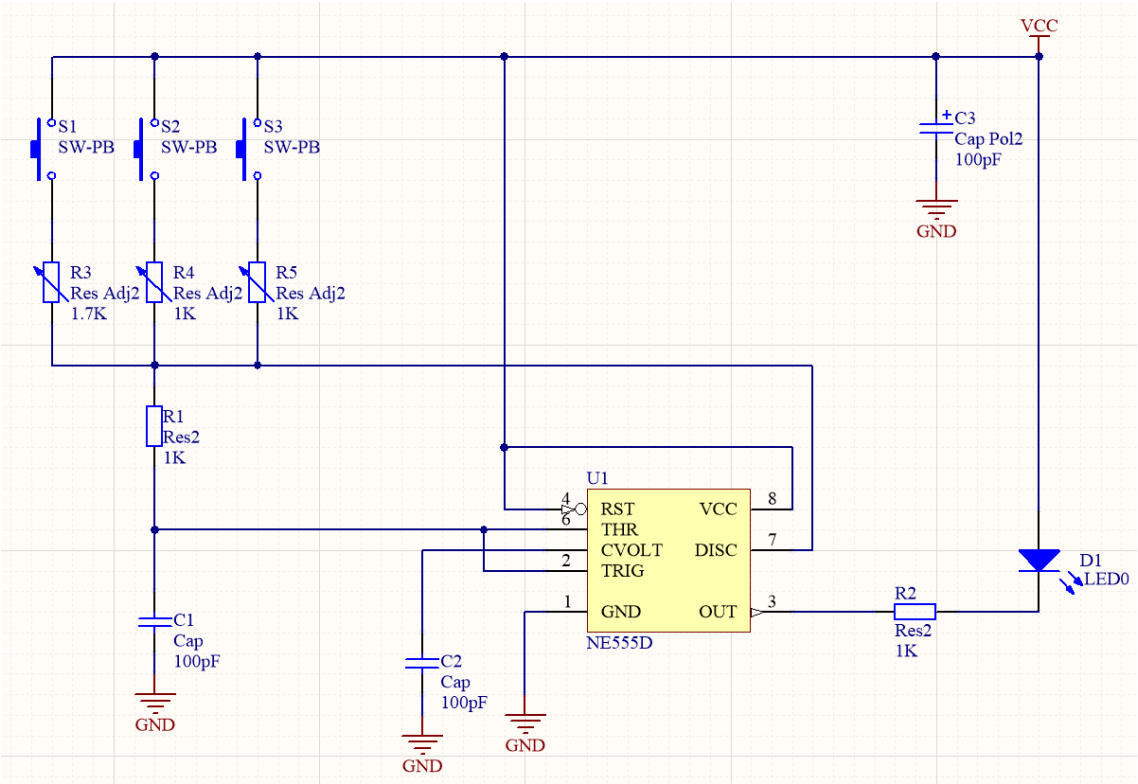


图 2.2　红外发射线路原理图

红外发射电路采用 NE555 接成振荡电路，如图所示。振荡频率由 SA1～SA3 开关控制，改变开关位置，即改变接入振荡电路的电阻 RP1～RP3，调节 RP1～RP3，可以调节每一通道的具体频率。振荡脉冲由 3 号引脚输出，驱动红外发光二极管发射红外光，即实现了用振荡脉冲对红外光的调制。

2.2.2　红外接收线路原理图

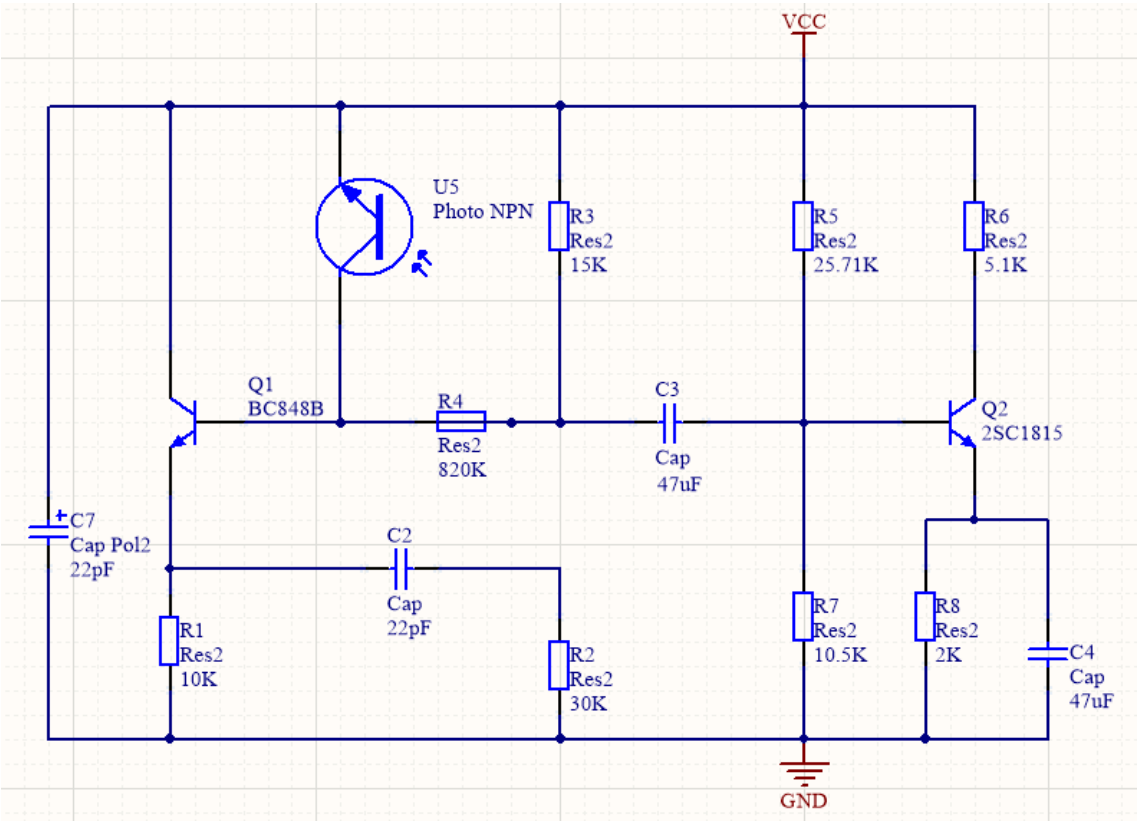


图 2.3　红外接收线路原理图

利用光电二极管接收上述红外发射电路发射的红外线，利用光照强弱来改变电路中的电流，通过 BC848B 和 2SC1815 三极管的放大和解调，输出得到期望的电压

第 3 章　仿真

在 Multisim 中，依据电路原理图搭建电路进行仿真测试

3.1　红外发射 Multisim 仿真电路

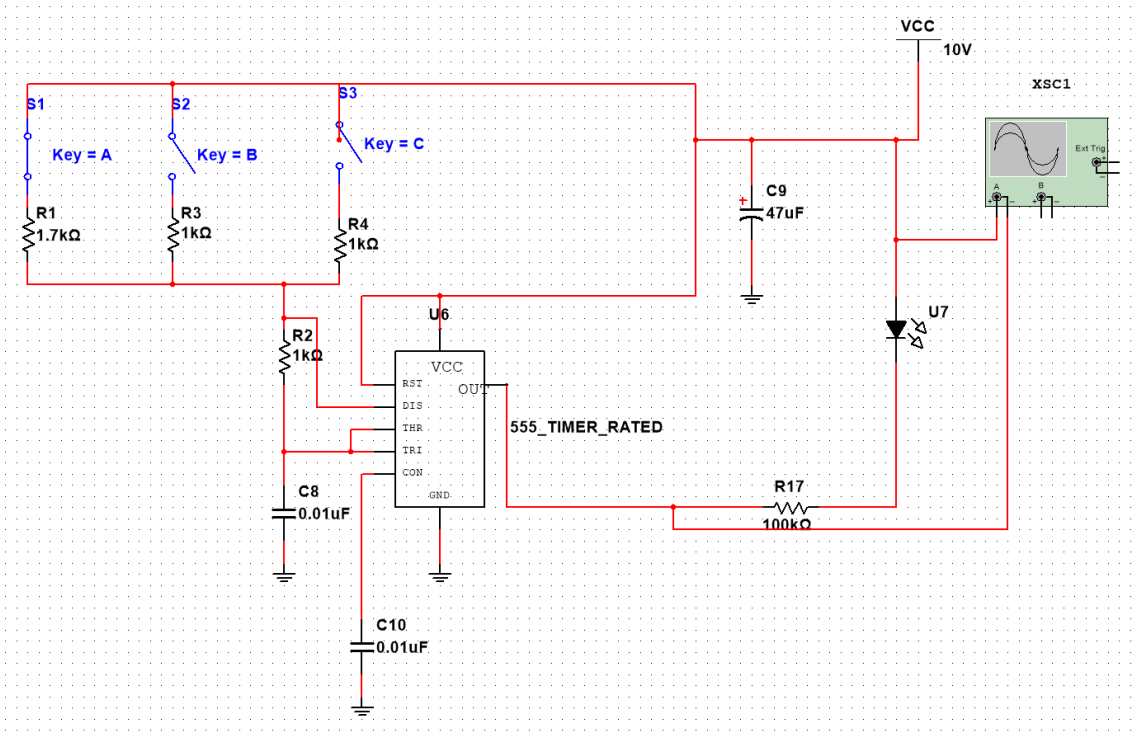


图 3.1　红外发射 Multisim 仿真电路

参数分析：

此处，我们使得 RB 为 1k，为了产生使用 NE555 产生 38kHz 的方波信号。

由下式可知：

频率 = 0.693((RA+2RB)*C)　占空比 = RB/(RA+2RB)

将 RB=1k，C=0.01u 带入得到

RA=1.7，因此我们需要 1.7k 的电阻。

此时输出的期望信号为 38kHz、26.4% 占空比的方波。

其中 U7 为发光二极管，其参数如下：

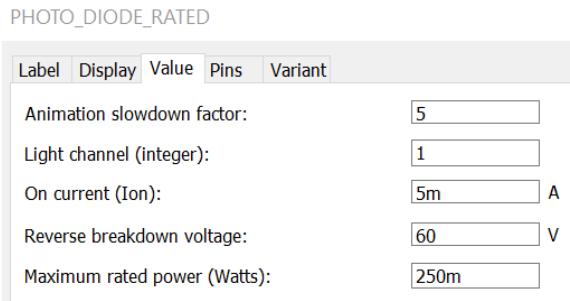


图 3.2　U7 参数

测量其输出电压波形如下：

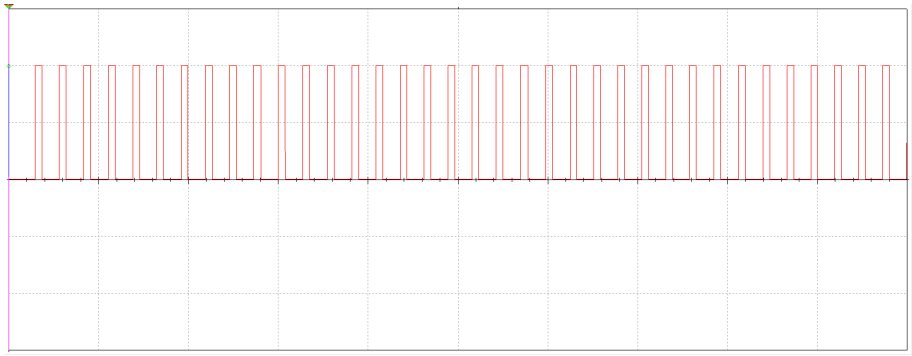


图 3.3　红外发射整体波形

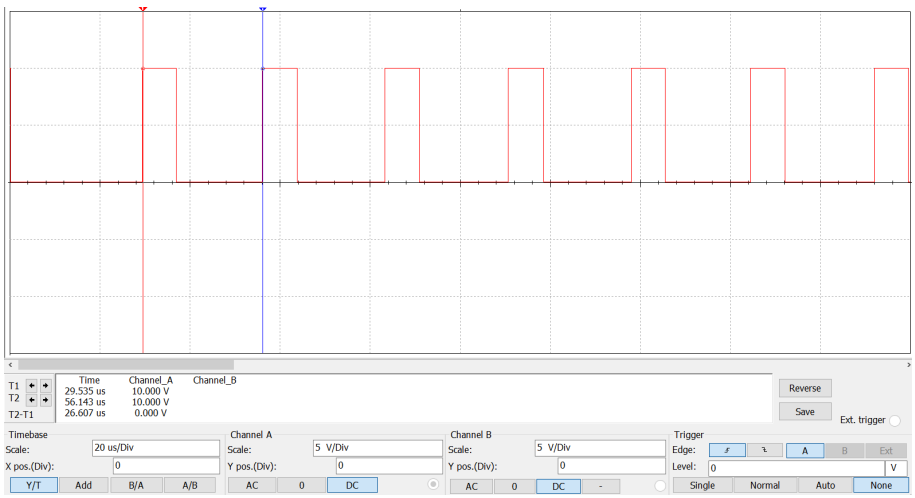


图 3.4　红外发射周期

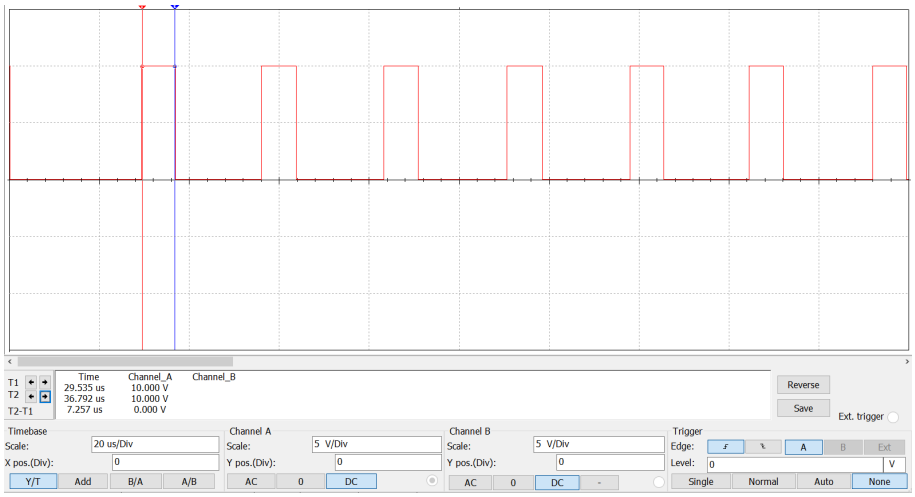


图 3.5　红外发射占空比

3.2　红外接收 Multisim 仿真电路

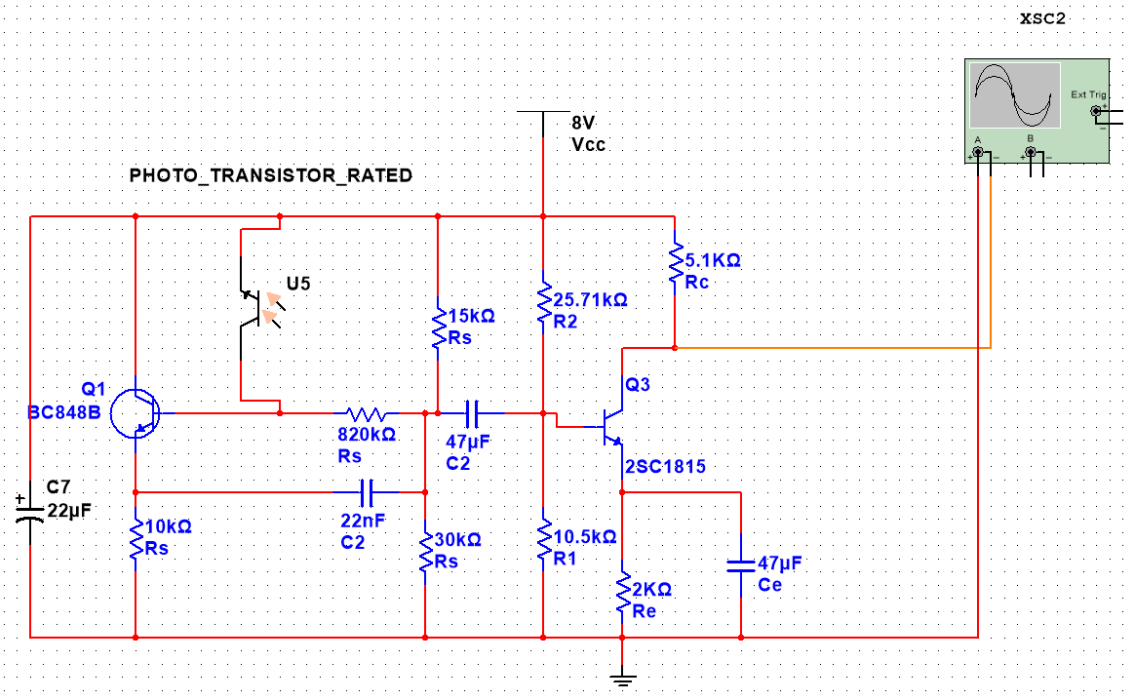


图 3.6　红外接收 Multisim 仿真电路

其中 U5 为发光二极管，其参数如下：

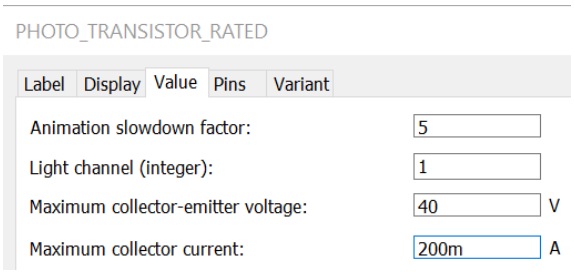


图 3.7　U5 参数

测量其输出电压波形如下：

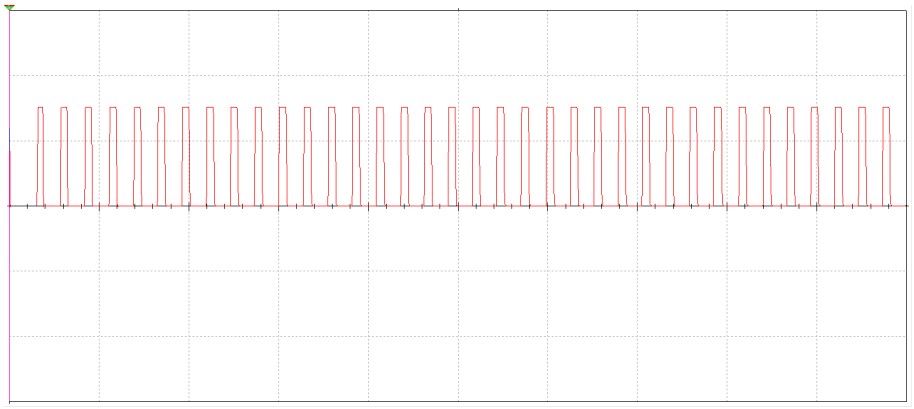


图 3.8　红外接收整体波形

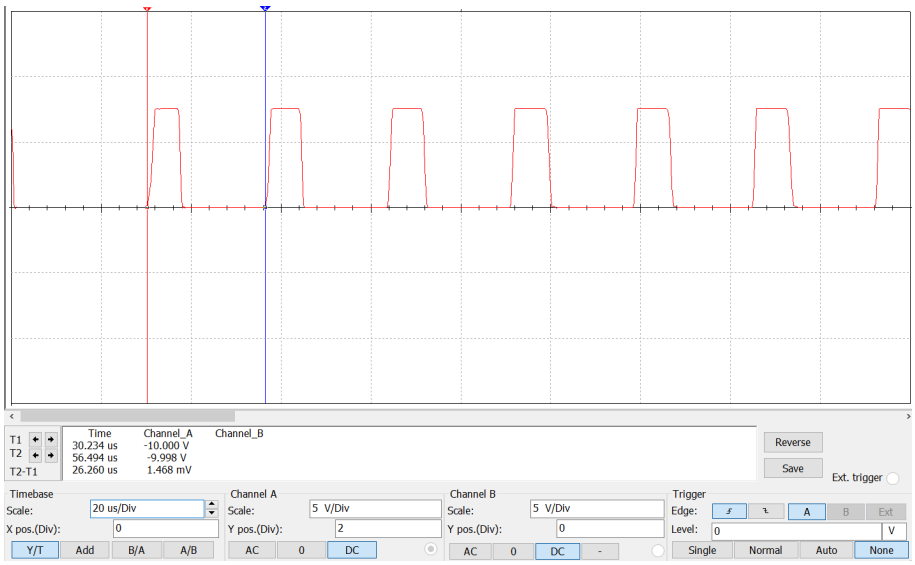


图 3.9　红外接收周期

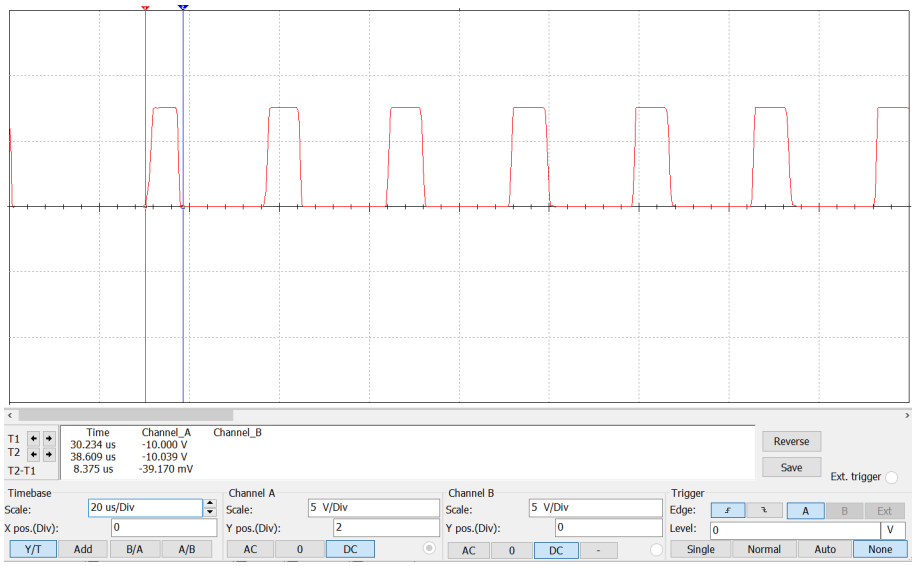


图 3.10　红外接收占空比

结果分析：

期望信号为 38kHz、26.4% 占空比的方波。

实际红外发射信号周期为：26.607us，即频率为 37.584kHz，误差为 1.10%

实际红外发射信号占空比为：7.257us/26.607us，即为 27.27%，误差为 3.30%

实际红外发射信号电压大小：10V

当以实际红外发射信号发射时，分析实际红外接收信号。

实际红外接收信号周期为：26.260us，即频率为 38.08kHz，误差为 1.30%

实际红外接收信号占空比为：8.375us/26.260us，即为 31.89%，误差为 16.94%

实际红外接收信号电压大小：-20V，放大了-2 倍

并且此时接收信号反映稍微的延时。因此实际占空比误差应该更小

均在误差允许范围之内，据此进行 PCB 的制作和设计结果分析。

第 4 章　PCB

通过仿真证明可以完整实现红外发射和接收任务，在此设计两块 PCB 板以将其实现。

4.1　红外发射 PCB 板

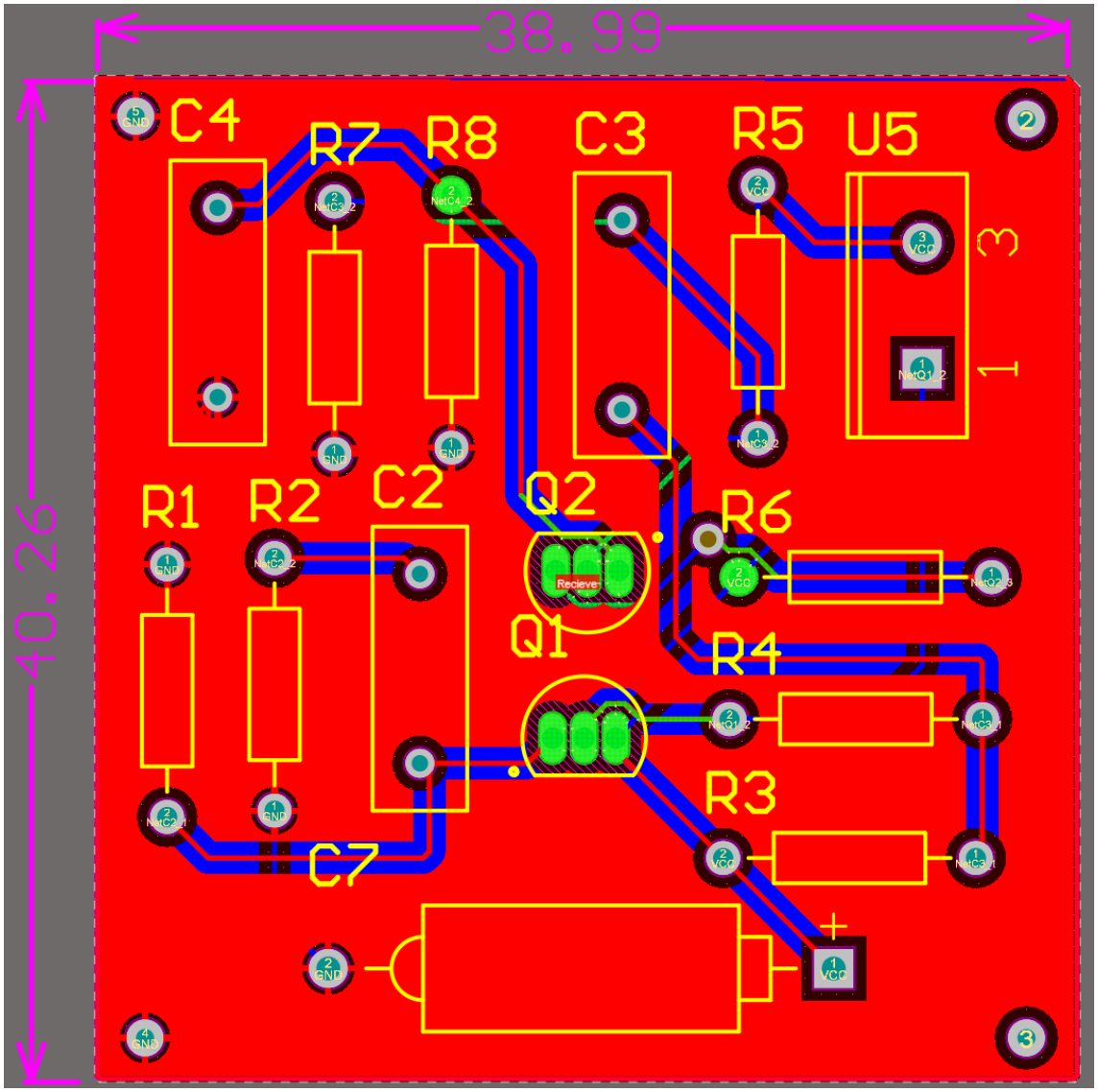


图 4.1　Top Layer

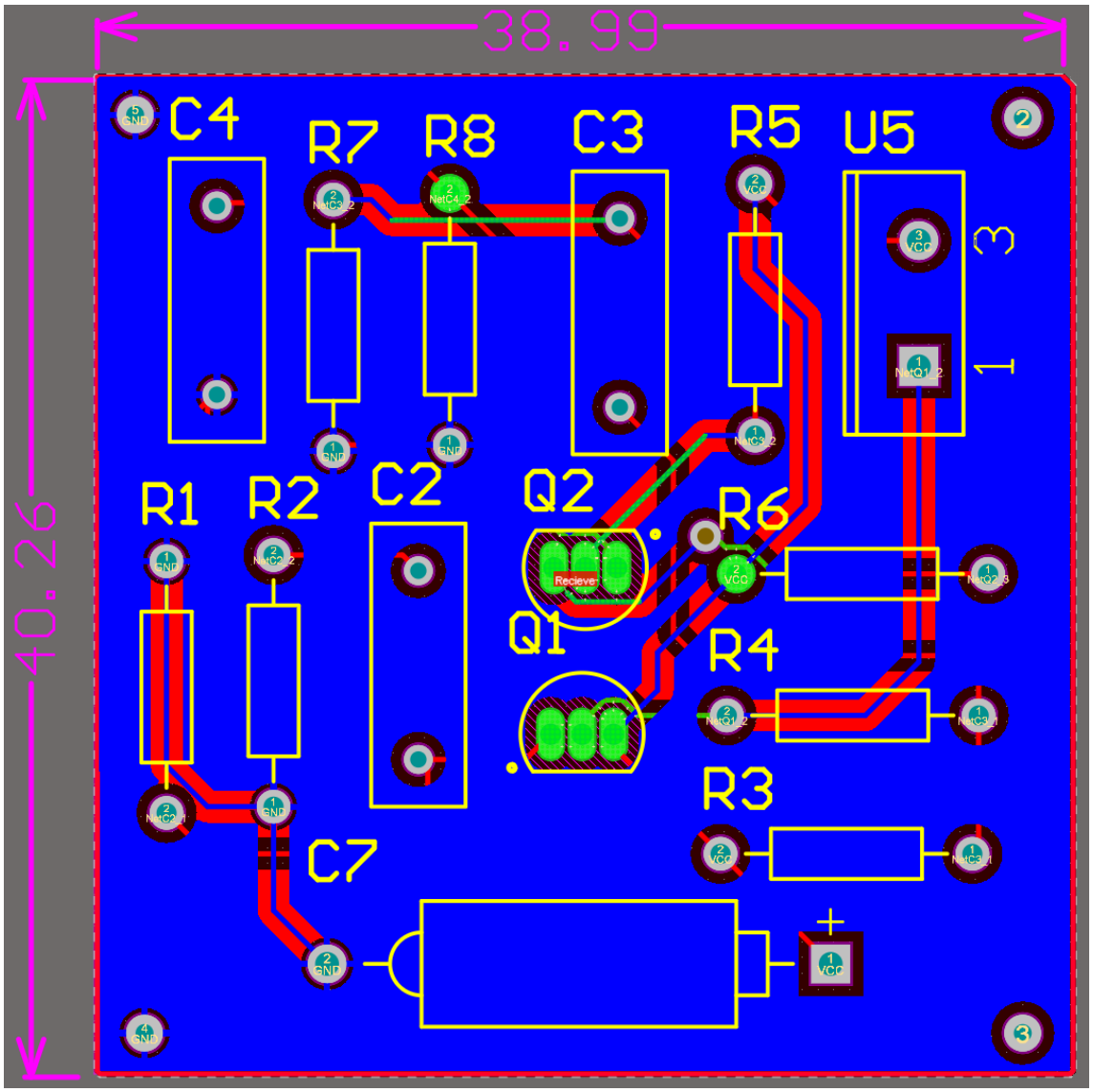


图 4.2　Bottom Layer

4.2　红外接收 PCB 板

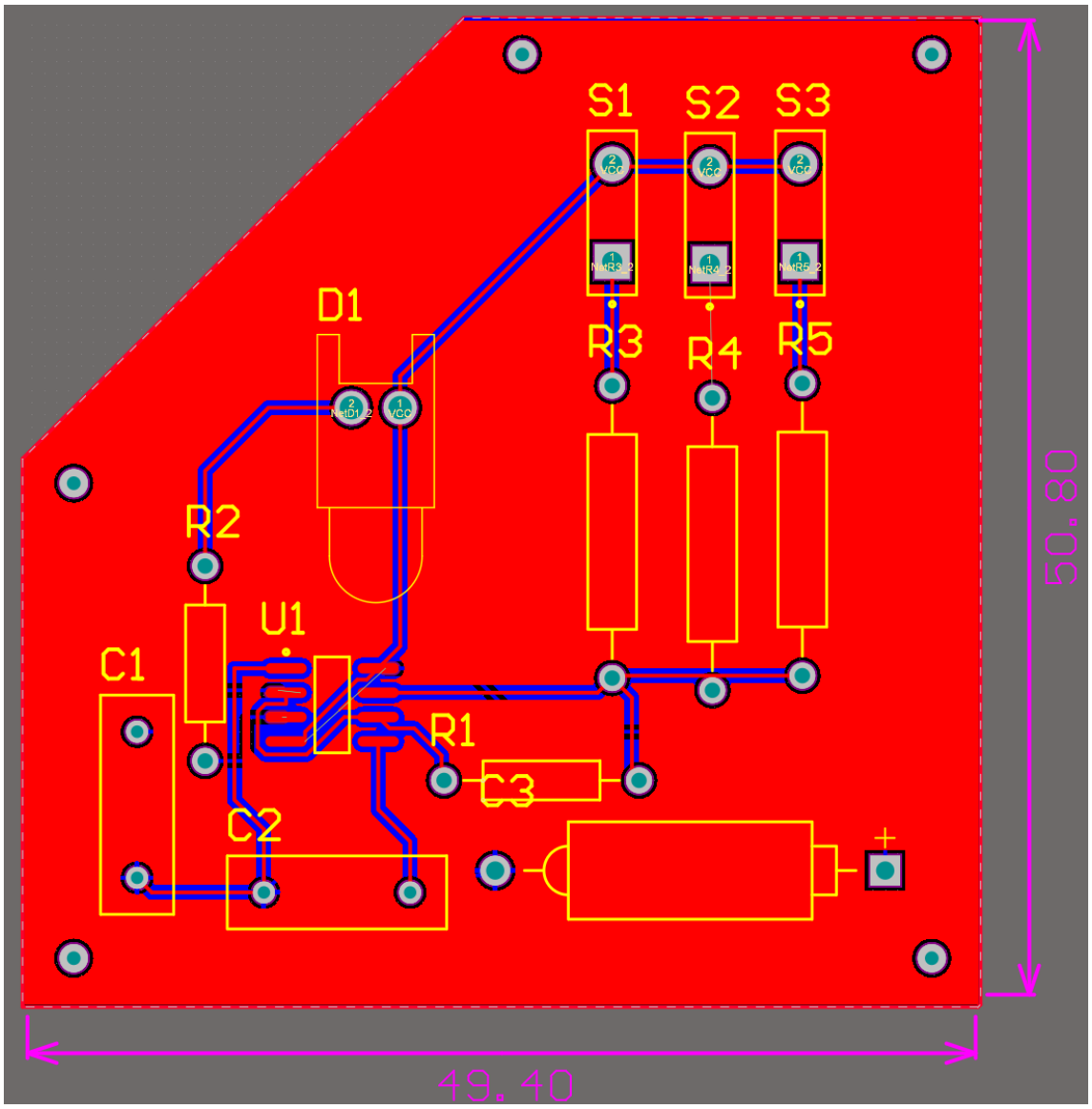


图 4.3　Top Layer

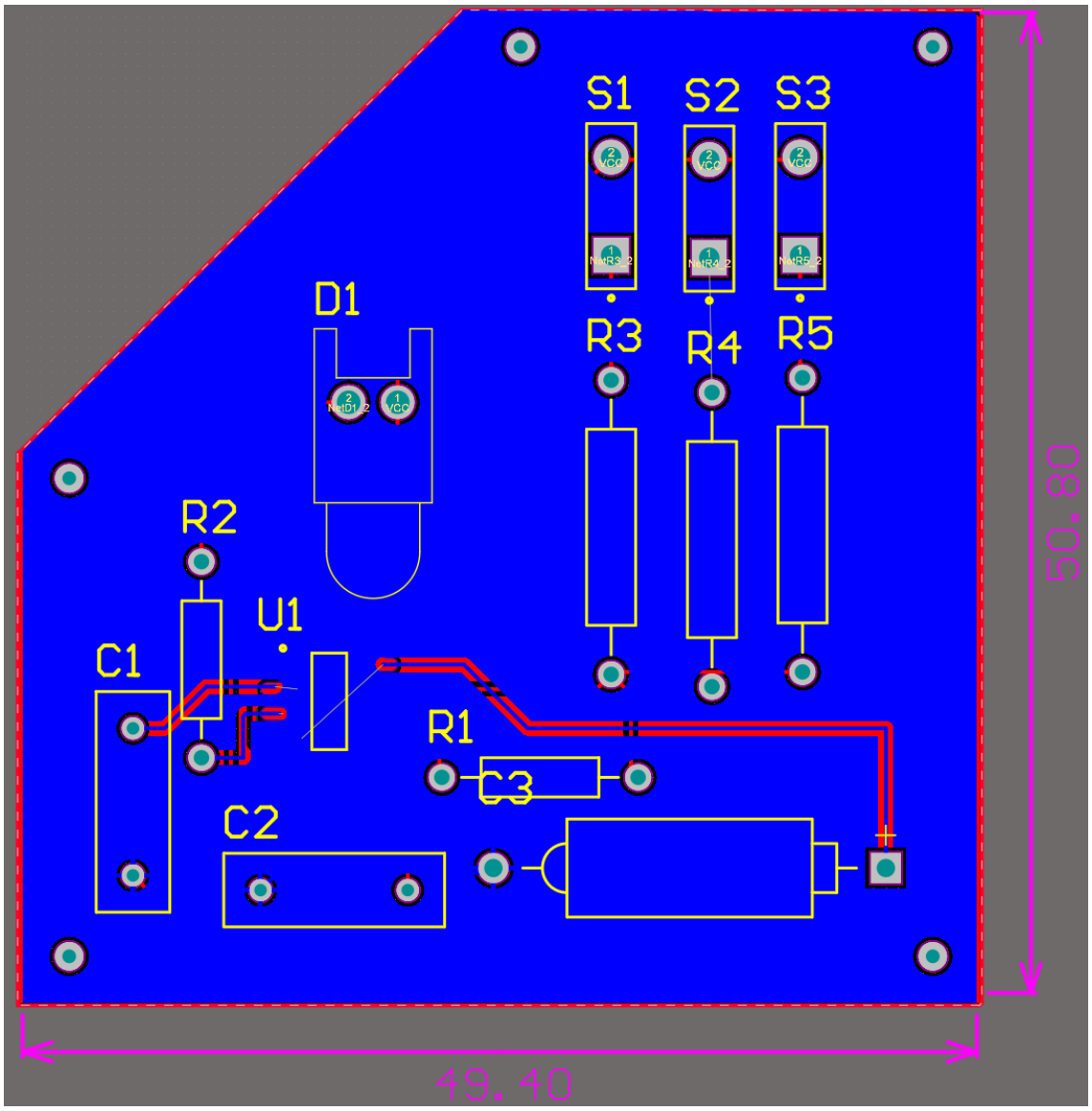


图 4.4　Bottom Layer

4.3　关键元器件参数

NE555 参数：

7.3 Recommended Operating Conditions

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

			MIN	MAX	UNIT
V_{CC}	Supply voltage	NA555, NE555, SA555	4.5	16	V
		SE555	4.5	18	
V_I	Input voltage	CONT, RESET, THRES, and TRIG		V_{CC}	V
I_O	Output current			±200	mA
T_A	Operating free-air temperature	NA555	–40	105	°C
		NE555	0	70	
		SA555	–40	85	
		SE555	–55	125	

图 4.5　NE555 参数

2SC1815 参数：

Characteristics	Symbol	Test Condition	Min	Typ.	Max	Unit
Collector cut-off current	I_{CBO}	V_{CB} = 60 V, I_E = 0	—	—	0.1	μA
Emitter cut-off current	I_{EBO}	V_{EB} = 5 V, I_C = 0	—	—	0.1	μA
DC current gain	$h_{FE\ (1)}$ (Note)	V_{CE} = 6 V, I_C = 2 mA	70	—	700	
	$h_{FE\ (2)}$	V_{CE} = 6 V, I_C = 150 mA	25	100	—	
Collector-emitter saturation voltage	$V_{CE\ (sat)}$	I_C = 100 mA, I_B = 10 mA	—	0.1	0.25	V
Base-emitter saturation voltage	$V_{BE\ (sat)}$	I_C = 100 mA, I_B = 10 mA	—	—	1.0	V
Transition frequency	f_T	V_{CE} = 10 V, I_C = 1 mA	80	—	—	MHz
Collector output capacitance	C_{ob}	V_{CB} = 10 V, I_E = 0, f = 1 MHz	—	2.0	3.5	pF
Base intrinsic resistance	$r_{bb'}$	V_{CE} = 10 V, I_E = –1 mA f = 30 MHz	—	50	—	Ω
Noise figure	NF	V_{CE} = 6 V, I_C = 0.1 mA f = 1 kHz, R_G = 10 kΩ	—	1.0	10	dB

Note: h_{FE} classification　O: 70~140, Y: 120~240, GR: 200~400, BL: 350~700

图 4.6　2SC1815 参数

BC848B 参数：

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
V_{CEO}	collector-emitter voltage	open base	-	-	30	V
I_C	collector current		-	-	100	mA
h_{FE}	DC current gain	V_{CE} = 5 V; I_C = 2 mA				
	BC848B		200	290	450	
	BC848W		110	-	800	

图 4.7　BC848B 参数

4.4　所有元器件列表

4.4.1　红外发射 PCB 板元器件列表

Bill of Materials　**Bill of Materials For PCB Document [Infrared Emission.PcbDoc]**

Source Data From: Infrared Emission.PcbDoc
Project: Infrared Emission_Project.PrjPCB
Variant: None

Creation Date: 5/23/2019 5:17:35 PM
Print Date: 43608 43608.72153

Footprint	Comment	LibRef	Designator	Description	Quantity
RAD-0.3	Cap	Cap	C1, C2	Capacitor	2
POLAR0.8	Cap Pol2	Cap Pol2	C3	Polarized Capacitor (Axial)	1
LED-0	LED0	LED0	D1	Typical INFRARED GaAs LED	1
AXIAL-0.4	Res2	Res2	R1, R2	Resistor	2
AXIAL-0.6	Res Adj2	Res Adj2	R3, R4, R5	Variable Resistor	3
SPST-2	SW-PB	SW-PB	S1, S2, S3	Switch	3
D008_N	NE555D	NE555D	U1	Precision Timer	1
					13

图 4.8　红外发射 PCB 板元器件列表

4.4.2　红外接收 PCB 板元器件列表

Bill of Materials　**Bill of Materials For PCB Document [Infrared Reception_PCB.PcbDoc]**

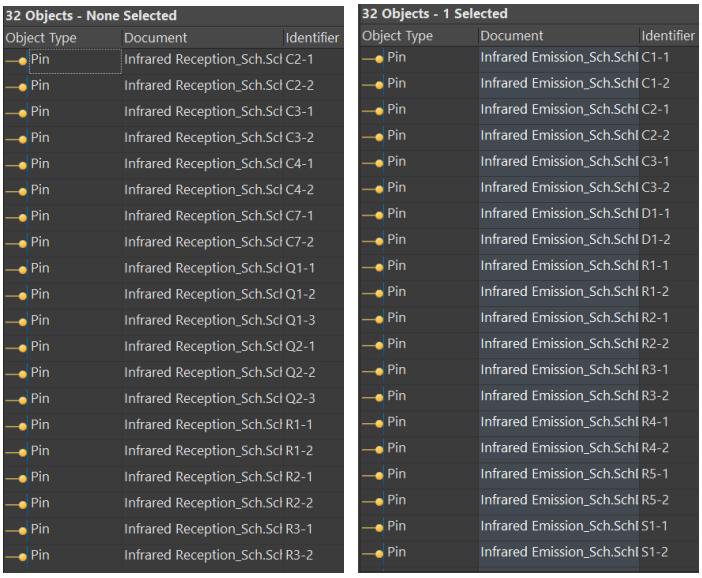
Source Data From: Infrared Reception_PCB.PcbDoc
Project: Infrared Reception_Project.PrjPCB
Variant: None

Creation Date: 5/23/2019 5:18:51 PM
Print Date: 43608 43608.73336

Footprint	Comment	LibRef	Designator	Description	Quantity
RAD-0.3	Cap	Cap	C2, C3, C4	Capacitor	3
POLAR0.8	Cap Pol2	Cap Pol2	C7	Polarized Capacitor (Axial)	1
TO-92A	BC848B	2N3904	Q1	NPN General Purpose Amplifier	1
TO-92A	2SC1815	2N3904	Q2	NPN General Purpose Amplifier	1
AXIAL-0.4	Res2	Res2	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8	Resistor	8
TO-220_A	Photo NPN	Photo NPN	U5	NPN Phototransistor	1
					15

图 4.9　红外接收 PCB 板元器件列表

4.4.3　管脚数量



32 Objects - None Selected

Object Type	Document	Identifier
Pin	Infrared Reception_Sch.Scl	C2-1
Pin	Infrared Reception_Sch.Scl	C2-2
Pin	Infrared Reception_Sch.Scl	C3-1
Pin	Infrared Reception_Sch.Scl	C3-2
Pin	Infrared Reception_Sch.Scl	C4-1
Pin	Infrared Reception_Sch.Scl	C4-2
Pin	Infrared Reception_Sch.Scl	C7-1
Pin	Infrared Reception_Sch.Scl	C7-2
Pin	Infrared Reception_Sch.Scl	Q1-1
Pin	Infrared Reception_Sch.Scl	Q1-2
Pin	Infrared Reception_Sch.Scl	Q1-3
Pin	Infrared Reception_Sch.Scl	Q2-1
Pin	Infrared Reception_Sch.Scl	Q2-2
Pin	Infrared Reception_Sch.Scl	Q2-3
Pin	Infrared Reception_Sch.Scl	R1-1
Pin	Infrared Reception_Sch.Scl	R1-2
Pin	Infrared Reception_Sch.Scl	R2-1
Pin	Infrared Reception_Sch.Scl	R2-2
Pin	Infrared Reception_Sch.Scl	R3-1
Pin	Infrared Reception_Sch.Scl	R3-2

32 Objects - 1 Selected

Object Type	Document	Identifier
Pin	Infrared Emission_Sch.Schl	C1-1
Pin	Infrared Emission_Sch.Schl	C1-2
Pin	Infrared Emission_Sch.Schl	C2-1
Pin	Infrared Emission_Sch.Schl	C2-2
Pin	Infrared Emission_Sch.Schl	C3-1
Pin	Infrared Emission_Sch.Schl	C3-2
Pin	Infrared Emission_Sch.Schl	D1-1
Pin	Infrared Emission_Sch.Schl	D1-2
Pin	Infrared Emission_Sch.Schl	R1-1
Pin	Infrared Emission_Sch.Schl	R1-2
Pin	Infrared Emission_Sch.Schl	R2-1
Pin	Infrared Emission_Sch.Schl	R2-2
Pin	Infrared Emission_Sch.Schl	R3-1
Pin	Infrared Emission_Sch.Schl	R3-2
Pin	Infrared Emission_Sch.Schl	R4-1
Pin	Infrared Emission_Sch.Schl	R4-2
Pin	Infrared Emission_Sch.Schl	R5-1
Pin	Infrared Emission_Sch.Schl	R5-2
Pin	Infrared Emission_Sch.Schl	S1-1
Pin	Infrared Emission_Sch.Schl	S1-2

(a) 红外发射 PCB 板管脚数量　　(b) 红外接收 PCB 板管脚数量

图 4.10　管脚数量

统计得到管脚数量为 64 根。

4.4.4　进一步查看

欢迎老师进行进一步的查看，附录中有:

0. 论文写作的所有文件。以证明文章的原创性，需要使用 Latex 打开。

1. 原始版本的计划书。

2. AD 原理图以及 PCB。里面有两个文件，分别时发射和接收，内有 PCB 和原理图源文件。

3. Multisim 仿真及结果。里面有大量图片，均是仿真后的原图，文件需要使用 Multisim14 打开。

4. 关键元器件手册。含有三个关键器件的芯片手册。

非常希望老师能给出宝贵意见。随时可以联系我：812079716@qq.com。非常感谢老师！